

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-325069
 (43)Date of publication of application : 22.11.2001

(51)Int.Cl. G06F 3/033

(21)Application number : 2001-062848 (71)Applicant : NIKON GIJUTSU KONO:KK
 NIKON CORP
 (22)Date of filing : 07.03.2001 (72)Inventor : ISHINO YUKINOBU

(30)Priority

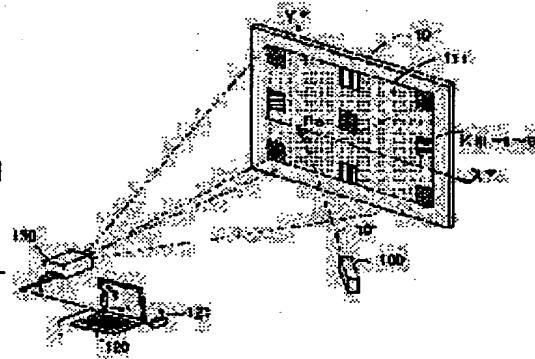
Priority number : 2000067129 Priority date : 07.03.2000 Priority country : JP

(54) DEVICE AND METHOD FOR DETECTING POSITION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compact and lightweight position detecting device and a method therefor, which have an extremely high flexibility operability and by which positions to be detected on a display image are easily detected even in the partial image pickup range of a displayed image.

SOLUTION: This position detecting device is provided with an image pickup means 1 for picking up the images of a plurality of marks displayed in advance at prescribed positions on the prescribed plane, by matching those marks and positions to be detected on the prescribed plane with the center of the image pickup image, a mark-extracting means 51 for extracting the marks picked up by the image pickup means, a mark-specifying means 52 for specifying the number of marks smaller than the number of the displayed marks from the plurality of marks extracted by the mark extracting means, and a position-calculating means 53 for calculating the positions to be detected on the prescribed plane, on the basis of the mark position specified by the mark specifying means.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Location detection equipment which detects a detected location on a predetermined plane placed into three-dimension space characterized by providing the following Two or more marks on said predetermined plane beforehand displayed on a position An image pick-up means to double a detected location on said predetermined plane with a center of an image pick-up image, and to picturize said two or more marks A mark extract means to extract said mark picturized by said image pick-up means A mark specification means to specify a mark fewer than a mark displayed out of two or more marks extracted from said mark extract means, and a location posture calculation means to compute a detected location of said predetermined plane based on a location of a mark specified by said mark specification means

[Claim 2] An array of a mark of said plurality is location detection equipment according to claim 1 characterized by being arranged in the shape of a grid.

[Claim 3] Said two or more marks are location detection equipment according to claim 1 or 2 characterized by using at least four kinds of colors, or geometry.

[Claim 4] Mark specification in said mark specification means is location detection equipment according to claim 1 characterized by specifying an image pick-up image center as a zero.

[Claim 5] Location detection equipment according to claim 1 to 4 characterized by distinguishing the direction of four directions over a predetermined plane of an image pick-up side of said image pick-up means by two or more marks specified by said mark specification means.

[Claim 6] Said predetermined plane is location detection equipment according to claim 1 characterized by being the display means which carries out image display from an external instrument.

[Claim 7] Said external instrument is location detection equipment according to claim 6 characterized by being a projector.

[Claim 8] difference between images with which said mark extract means was picturized by time series target from said image pick-up means -- location detection equipment according to claim 1 or 3 characterized by performing a mark extract based on processing.

[Claim 9] Said plane location posture calculation means is location detection equipment according to claim 1 characterized by being a fluoroscopy projective-transformation means.

[Claim 10] Location detection equipment which detects a detected location on the display screen which had an image displayed characterized by providing the following A display means to display including a

criteria image beforehand prepared on an image which detects a detected location An image pick-up means to picturize an image which detects said detected location including said criteria image according to an image pick-up image center An image processing means to detect a detected location based on a criteria image picturized by said image pick-up means

[Claim 11] Location detection equipment which detects a detected location on the display screen which had an image displayed characterized by providing the following A display means to display the 2nd screen which is a criteria image on a location corresponding to the 1st screen which is the image which detects a detected location, and said 1st screen An image pick-up means to picturize including a criteria image which doubled a detected location of said 1st screen centering on the image, and was displayed on said 2nd screen An image processing means to detect a detected location on the 1st screen based on a criteria image of the 2nd screen picturized by said image pick-up means

[Claim 12] Said criteria image is claim 10 characterized by arranging a mark at the grid-like lattice point, and location detection equipment given in 11.

[Claim 13] A mark prepared in said criteria image is location detection equipment according to claim 12 characterized by being constituted based on the three primary colors of R, G, and B color.

[Claim 14] Said 2nd screen is location detection equipment according to claim 11 characterized by displaying two kinds of screens where brightness conditions differ when picturized by said image pick-up means.

[Claim 15] Said 2nd screen is location detection equipment according to claim 11 characterized by overlapping said 1st screen. [Claim 16] Display change actuation of said 2nd screen is location detection equipment according to claim 11 characterized by performing with a signal sent out when a detected location on the 1st screen and an image pick-up image center position of said image pick-up means are suited.

[Claim 17] A location detection method of detecting a detected location on a predetermined plane placed into three-dimension space characterized by providing the following A display step which displays a mark of plurality [position] beforehand on said predetermined plane An alignment step which doubles a detected location on said predetermined plane with a center of an image pick-up image An image pick-up step which is picturized including at least four pieces out of said two or more displayed marks and to picturize A specific step which specifies a mark for computing a location posture of said predetermined plane out of two or more marks extracted at an extract step which extracts said picturized mark, and said extract step, and an operation step which calculates a detected location of said predetermined plane based on a mark location pinpointed at said specific step

[Claim 18] Said predetermined plane is the location detection method according to claim 17 characterized by being an image display screen.

[Claim 19] difference between two or more images by which said extract step was picturized by time series with said image pick-up means -- claim 17 characterized by performing a mark extract by processing, and a location detection method given in 18.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the location detection method and location detection equipment which detect a directions location based on the image which established the criteria information displayed especially on the display screen about the location detection equipment which detects the directions location of the request on the display screen.

[0002]

[Description of the Prior Art] A direct coordinate input is carried out in the display screen of a computer, or projecting a computer screen by the projector at a screen top, and performing cursor actuation is performed frequently recently. A directions location is pinpointed for the image top projected especially on the big screen with a laser pointer etc., and the pointing device which can perform command execution actuation of the main part of a computer, edit, enlarging or contracting, etc. attracts attention. As these conventional examples, JP,2-306294,A, JP,3-176718,A, JP,4-305687,A, JP,6-308879,A, JP,6-332612,A, JP,7-121293,A, JP,7-191797,A, JP,10-187340,A, JP,11-143629,A, etc. are raised.

[0003] JP,2-306294,A which is the typical conventional example consists of fixed CCD cameras for being turned on the laser pointer which directs the detected location on the screen projected by the projector and a screen, and a screen, and detecting the luminescent spot of a laser pointer. This CCD camera tends to detect the laser luminescent spot on a screen for every predetermined time, and it is going to detect the location of the luminescent spot on a screen.

[0004] There are JP,7-121293,A and JP,8-335136,A as a conventional example of the location detection equipment which extracts the marker image in the display screen with a camera, and carries out location detection. Subtraction-image processing of the frame which put in for every frame and adjoined each other only in the marker image in which the marker was set to the display screen extracts JP,7-121293,A, and the location detection equipment which detects the location of a directions location based on the marker is indicated.

[0005] Furthermore, in JP,8-335136,A, the method of calculating the size and the location of the judgment of whether the close center position of an image pick-up being in the display screen with a marker image and the screen field in an image pick-up image is used. It is the information-display method which mitigates distortion which JP,7-261913,A is equipment which detects the directions location on the display screen with a fixed camera, photos the mark displayed on the location where a display image was specified beforehand with an image pick-up means, asks for two or more mark locations in a photography

field, creates location proofreading information from two or more specified locations and the location of two or more mark images corresponding to this, and originates in an image pick-up location or lens distortion.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in conventional location detection equipment by the marker image, for example, JP,7-121293,A, and conventional JP,8-335136,A, it is the requisite that a directions person operates it to a display screen in a front location. By these methods, actuation of location detection equipment has a limit and actuation flexibility is bad.

[0007] Moreover, by the introductory method of these mark images, the problem that it cannot respond to the display screen of a big screen arises. Moreover, JP,7-261913,A is computed by amending the image location of a directing point using the location proofreading information created from the mark image location. Thus, since the visual field screen which looks at the display screen with the camera of an installation mold is immobilization, such a method is possible for it, but it is impossible when it is location detection equipment with which the directions location and the camera were united.

[0008] Even if the purpose of this invention is the partial image pick-up range of the image currently displayed, location detection of the detected location on a display image is enabled, and it is that the flexibility of operability offers very high small and lightweight location detection equipment and its method.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to solve a trouble mentioned above, claim 1 of this invention It is location detection equipment which detects a detected location on a predetermined plane placed into three-dimension space. Two or more marks on said predetermined plane beforehand displayed on a position, An image pick-up means to double a detected location on said predetermined plane with a center of an image pick-up image, and to picturize said two or more marks, A mark extract means to extract said mark picturized by said image pick-up means, A mark specification means to specify a mark fewer than a mark displayed out of two or more marks extracted from said mark extract means, It is characterized by having a location posture calculation means to compute a detected location of said predetermined plane based on a location of a mark specified by said mark specification means.

[0010] Moreover, a display means to display including a criteria image beforehand prepared on an image which is location detection equipment which detects a detected location on the display screen which had an image displayed in claim 10 of this invention, and detects a detected location, It is characterized by having an image pick-up means to picturize an image which detects said detected location including said criteria image according to an image pick-up image center, and an image-processing means to detect a detected location based on a criteria image picturized by said image pick-up means.

[0011] Furthermore, it is location detection equipment which detects a detected location on the display screen which had an image displayed in claim 11 of this invention. A display means to display the 2nd screen which is a criteria image on a location corresponding to the 1st screen which is the image which detects a detected location, and said 1st screen, It is characterized by having doubled a detected location of said 1st screen centering on the image, and having an image pick-up means to picturize including a criteria image displayed on said 2nd screen, and an image-processing means to detect a detected location on the 1st screen based on a criteria image of the 2nd screen picturized by said image pick-up means.

[0012] Moreover, a display step which is the location detection method of detecting a detected location on

a predetermined plane placed into three-dimension space in claim 17 of this invention, and displays a mark of plurality [position] beforehand on said predetermined plane, An alignment step which doubles a detected location on said predetermined plane with a center of an image pick-up image, An image pick-up step which is picturized including at least four pieces out of said two or more displayed marks and to picturize, A specific step which specifies a mark for computing a location posture of said predetermined plane out of two or more marks extracted at an extract step which extracts said said picturized mark, and said extract step, It is characterized by including an operation step which calculates a detected location of said predetermined plane based on a mark location pinpointed at said specific step.

[0013]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the conceptual block diagram of the location detection equipment concerning the gestalt of operation. Drawing 1 is a configuration conceptual diagram of the location detection method which an operator points to the detected location Ps of the projection image on the screen plane projected by the projector from the location of arbitration, and detects the detected location on a projection image. As for a screen and 120, the main part of location detection equipment which is an input means for the location detection whose 100 has an image pick-up means, and 110 are [a personal computer and 130] projectors. Moreover, 111 is an image projected on the screen used as the candidate for coordinate detection. In addition, the main part 100 of location detection equipment can point to the detected location Ps on a projection image to the screen plane 110 in arbitrary actuation posture locations. A dashed line 101 is an optical axis perpendicularly prolonged to the detected location on a display image from the center of the image pick-up side of the image pick-up means 1 formed in the main part 100 of location detection equipment.

[0014] Moreover, nine marks Ki are projected on the projection image. The mark of these plurality is a criteria image for detecting a detected location, and is the focus by which the rectangle configuration of the projection image 111 for coordinate detection is characterized. Drawing 2 , configuration block drawing of the location detection equipment concerning the gestalt of operation of this invention in drawing 3 , and drawing 4 are the configuration perspective diagrams of the main part 100 of location detection equipment.

[0015] The main part 100 of location detection equipment concerning the gestalt of this operation was considered as the configuration equipped with all the configurations of location detection equipments other than image-processing means 5. In configuration block drawing of drawing 2 , 1 is an image pick-up means and the image pick-up means consists of lens optical system and an image sensor. A video camera is sufficient although the digital still camera which has a CCD image sensor was used with the gestalt of this operation.

[0016] Moreover, since the detected location on the plane which is a photographic subject is pinpointed for the image pick-up means 1, the criteria location is defined beforehand. With the gestalt of this operation, a criteria location is made into the center of an image pick-up side, and is made into the zero Om of image system of coordinates (X-Y coordinate system). 2 is an A/D-conversion means which makes the image data picturized by the image pick-up means digital image data. The digital image data to which A/D conversion of 3 was carried out is a frame memory temporarily memorizable for every address corresponding to each pixel of a CCD image pick-up side.

[0017] This frame memory has the capacity which can be remembered that a continuation image pick-up is memorizable about dozens of MB. 4 is a control means. This control means 4 is equipped with ROM

(un-illustrating), and the program which carries out fluoroscopy projection data processing, various control programs, etc. are stored.

[0018] 5 is an image-processing means. In this example, it has considered as the configuration which carries out an image processing in the personal computer side of drawing 7. The image-processing means 5 consists of a focus extract means 51 to extract the focus by which the rectangle configuration arranged at either on the plane in three-dimension space is characterized, and a location operation means 52 to perform detected location data processing based on the coordinate location of the extracted focus, based on the image data picturized and incorporated.

[0019] This focus extract means 51 is equipped with an extract decision means (un-illustrating) to judge whether the image data temporarily called in by the frame memory extracted the focus of a rectangle plane. By having this extract decision means, when the focus is not able to be extracted in an extract decision means, a beep sound can be emitted, and incorporation of an image can be again directed to an operator.

[0020] Moreover, the location operation means 52 consists of a plane posture operation means 521 to calculate the posture location of the predetermined plane over the image pick-up side in three-dimension space (X-Y-Z coordinate system), and a coordinate data-processing means 522 to calculate the coordinate of the detected location on a predetermined plane. Drawing 3 is details configuration block drawing of the plane posture operation means 522.

[0021] The plane posture operation means 521 consists of the vanishing point calculation means 5211, the disappearance straight line calculation means 5212, a disappearance focus calculation means 5213, an image system-of-coordinates conversion means 5214, and a fluoroscopy projective-transformation means 5215. 6A is a light beam exposure means, and an LED light emitting device and a semiconductor laser generator are used. The light beam exposure means 2 is [that what is necessary is just what emits light with the visibility which directs a detected location] good with the general-purpose laser pointer which can pinpoint the part which an operator directs in the case of a presentation or a meeting.

[0022] Drawing 5 is the 1st example of the optical system of the main part of location detection equipment using light beam exposure means 6A shown by drawing 4. It is the example using infrared laser as a light beam exposure means. the laser light which became parallel from the 60 light sources with 61 collimate lenses when the power supply was turned on is reflected through 62 mirrors by 13 mirrors prepared on the medial axis of image pick-up optical system -- having -- a predetermined plane top -- the luminescent spot -- ** -- it is led by carrying out. An image pick-up lens and 11 consist of [image pick-up optical system] CCD for 12. The optical axis of the laser for pointing by which outgoing radiation is carried out from the main part of location detection equipment serves as optical system which is in agreement with the optical axis of image pick-up optical system. A mirror 13 is a half mirror which is made to reflect infrared laser and penetrates the light.

[0023] The laser for pointing is turned off at the time of an image pick-up that what is necessary is just to be able to check the detected location on the display screen. Therefore, a mirror 13 may be made into a device which carries out a mirror rise when picturizing. Light beam exposure means 6A and the image pick-up means 1 are established by the physical relationship decided beforehand so that the detected location on the predetermined plane irradiated by light beam exposure means 6A may agree with the criteria location on an image pick-up side. Although it is made in agreement [the optical axis of an image pick-up lens and the optical axis of laser radiation optical system] by a diagram, since laser light is only

checked by looking, it does not necessarily need to be [that the luminescent spot on a predetermined plane should just be near the detected location] in agreement.

[0024] 7 is a laser radiation carbon button and 8 is a shutter release (the 1st actuation means). 7 and 8 are a two-step switch, and when the 1st step is pushed, they are turned off only by pointing to a detected location only by irradiating infrared laser. By pushing the 2nd more step, the shutter of an image pick-up means goes out, and an image can be captured now.

[0025] 9 is the output signal processing section. Since the image-processing means 5 prepares for the personal computer side like this example, with this output-processing means, the picturized image data is sent out to external instruments, such as a personal computer. if the transmitting means which can send out an image data out signal as a wireless signal as an output signal processing means 9 is used -- the operability of equipment -- markedly -- alike -- breadth -- it is effective.

[0026] Drawing 6 is the 2nd example of the optical system of the main part of location detection equipment which replaced with the optical exposure beam means as a method of doubling a criteria location with a detected location, and was equipped with collimation means 6B. The cross line 74 is beforehand minced by collimation means 6B in the criteria location on an image pick-up side, and the location in agreement, and the detected location on a predetermined plane is detected by picturizing the location of this cross line according to a detected location. Thus, the image pick-up is made to be performed in the condition of suiting the criteria location on the image pick-up side defined beforehand, by using the finder, the light beam exposure means, etc. which the collimation means was established, at the time of an image pick-up. Therefore, since the criteria location is made into the center of the point, i.e., an image pick-up image, that the optical axis of an image pick-up lens cuts an image pick-up side, even if it does not perform actuation in which an operator doubles a criteria location with a detected location, it is also possible for turning an image pick-up means in the detected location direction to carry out location detection actuation, looking at the display screen.

[0027] Although the configuration of the main part of location detection equipment concerning the gestalt of this operation uses the main part 100 of location detection equipment and the image-processing means 5 equipped with the image pick-up means 1 as another object and equipped the internal storage and the external record medium of external instruments, such as a personal computer, with the image-processing means 5, it is good also as a main part 100 of location detection equipment which made one the image pick-up means and the image-processing means.

[0028] 14 and 15 are a command execution output carbon button (the 2nd actuation means) and a pop-up menu button. The 2nd actuation means 14 is a carbon button which is equivalent to the double click of the left-click carbon button of the usual mouse cursor, doubles a cursor location with objects for actuation, such as an icon on a screen, drawing, and a text, and sends out a command execution signal.

[0029] The pop-up menu button 15 is equivalent to the right-click carbon button of the usual mouse cursor. It is the actuation which performs a pop up menu display in the location which is indicating by cursor. With the gestalt of this operation, drag actuation to which a cursor location is doubled with the single click actuation and the object object which determine the cursor location which is basic actuation of the usual mouse cursor, and an object is moved is performed using a shutter release (the 1st actuation means) 8.

[0030] Next, the block configuration of the personal computer which inputs the image pick-up image data outputted from the main part of location detection equipment and a command execution signal is

explained. Drawing 7 is configuration block drawing of a personal computer. Since detailed explanation of the image-processing means 5 was mentioned above, it excludes here.

[0031] 120 is connected with the main part of a personal computer (it is henceforth called a personal computer), and 121 is connected with the display. 130 is a projector, and it connects with the main part of a personal computer, and it projects a personal computer screen on a screen. A display 122 may not be then.

[0032] 121 is a receiving means and receives the image pick-up image data and command execution signal which were outputted from the main part of location detection equipment. The detected position signal received from the main part of location detection equipment includes, and ***** image pick-up data is processed with an image-processing means, and is outputted as a detected position signal.

[0033] 124 is a cursor control means (equivalent to a mouse driver) for controlling cursor actuation. The cursor control means 124 possesses the cursor location control means 125 which changes and outputs a detected position signal to the cursor location signal of the system of coordinates on a personal computer screen, and a cursor display-control means 126 to control a configuration, a color, etc. of cursor.

[0034] moreover The cursor control means 126 is incorporable into OS (operating system) or an application program. Next, basic actuation of the location detection equipment concerning the gestalt of this operation is explained. Drawing 8 is a flow chart explaining basic actuation of the equipment of the gestalt of this operation.

[0035] The power supply of detection equipment turns on at step S100. The criteria location defined beforehand in the image pick-up side of image system of coordinates is doubled with the detected location which it is going to detect on the display plane which contains two or more focus in three-dimension space in step S101. the gestalt of this operation -- if it is, this criteria location is made into the center of the point, i.e., an image pick-up image, that the optical axis of an image pick-up lens cuts an image pick-up side.

[0036] At step S102, the shutter 8 of an image pick-up means is turned ON in this condition of having doubled, and an image is captured. Image data signal processing is carried out, the captured image is stored in a frame memory, the geometric focus which it is going to extract beforehand in step S103 is extracted, and the center-of-gravity position coordinates q1, q2, q3, and q4 of four marks by which a rectangle configuration is characterized in image system of coordinates are specified. At step S104, it judges then whether the geometric focus decided beforehand was extracted correctly. When not extracted correctly, a beep sound is emitted in step S105, and an operator is told that it incorporates with an image pick-up means again. If the geometric focus defined beforehand is extracted, it will progress to the following step S106.

[0037] At step S106, data processing of the coordinate location of the posture location of the predetermined plane in three-dimension space or a detected location is carried out. The details of this step S106 are mentioned later. At step S107, the value which data-processing processing was carried out and was computed is doubled with a display means (un-illustrating), an external instrument, etc., signal processing is carried out, and it is outputted.

[0038] Next, each configuration and actuation of the image-processing means 5 are explained to details.
(a) Explain the detailed configuration and basic actuation of the focus extract means 51 to the focus extract **** beginning. Here, two or more marks by which a rectangle configuration is characterized are equivalent to the focus.

[0039] it is shown in drawing 2 -- as -- the focus extract means 51 -- difference -- it consists of the processing means 511, the binarization processing means 512, a focus coordinate specification means 513, a mark distinction means 514, and a mark specification means 515 for location detection. difference -- two kinds of images with which the conditions of brightness or a shade differ with the processing means 511 -- picturizing -- these two images -- difference -- it processes. the binarization processing means 512 -- difference -- binarization processing of the processed image is carried out with a rear spring supporter and the threshold decided beforehand the whole pixel at all pixels, and a mark is extracted.

[0040] With the focus coordinate specification means 513, the area of each mark and a center of gravity are computed, and labeling processing which specifies a mark position coordinate is performed. Furthermore, with the mark distinction means 514, it distinguishes whether as compared with other mark area, it chooses as a mark from all the computed marks on the basis of the area of the mark nearest to the center position, i.e., the detected location, of an image pick-up image.

[0041] With the mark specification means 515 for location detection, four marks by which the rectangle configuration for the operation performed with a fluoroscopy projective-transformation means out of two or more marks distinguished by the mark distinction means is characterized are specified. Next, the array and color distinction of a mark subject-copy image which are used as a criteria image and from which concentration (or brightness) differs are explained to details.

[0042] (a) In case the gestalt of a criteria image and its method-of-presentation book operation picturizes some display screens for location detection where two or more focus (mark) has been arranged beforehand, it tends to be picturized so that at least four marks may be included, and tends to carry out location detection by detecting the coordinate of these four marks.

[0043] The method of presentation of the criteria image which prepared first the mark array and mark which have been arranged beforehand at the position is explained. Drawing 9 (a) and (b) are the criteria images for location detection of two sheets which prepared two or more marks. Drawing 9 (a) is 1st criteria image for location detection (the 1st frame criteria image) which enables it to have picturized at least four marks by which arrange the mark K of the shape of nine quadrangle ($i=1-9$) in the shape of 3x3 grid on the whole screen, and a rectangle configuration is characterized out of the mark of these plurality. These [in this example] nine mark arrays have arranged MAZENDA (E) to center position K5 in the locations K1, K3, K7, and K9 of R (red) color mark and four corners at B (blue) color mark and the main line right-and-left locations K4 and K6 in an one piece G (green) color mark and the central-series vertical locations K2 and K8. All over drawing, tau1, tau2, tau3, and tau4 were given to each of four display screen fields. Moreover, drawing 9 (b) is 2nd criteria image for location detection which has arranged BL (black) mark altogether in nine locations corresponding to each mark of the 1st criteria image for location detection.

[0044] the main part 100 of location detection equipment which carried out image display of the image containing criteria ***** of these two sheets serially, and established the image pick-up means -- picturizing -- the difference of the image pick-up image of these two sheets -- it is going to detect only two or more marks by processing. In addition, in case a mark is prepared in a criteria image, the configuration, the color, the number, and the array of a mark are suitably chosen according to the magnitude of the image for location detection, a camera property, image pick-up conditions, etc.

[0045] Thus, by arranging two or more marks to the position of two criteria images, if the physical relationship of the display screen and a mark can picturize beforehand a part including four marks which

are known even if it does not picturize the whole display screen, the detected position coordinate on [all] the display screen can be specified. Moreover, it can specify in what kind of condition the image pick-up side of location detection equipment was picturized by coincidence to the display screen which is going to carry out location detection.

[0046] According to such a method, the image pick-up lens used for an image pick-up means can perform low cost-ization, without using a super-wide angle lens. Furthermore, by devising the number of a mark, and the array method, it does not remain in this example but is usable in a large field. The method of presentation of the criteria image of this example is the display screen in the condition that the criteria image with which two or more markers have been stationed was displayed on the screen for location detection.

[0047] As shown in drawing 1 , the criteria image K makes the method of presentation of the criteria screen of this example superimpose on the object image 111 to which the window display screen of a personal computer tends to carry out location detection on a screen by the projector, and it has indicated by projection. In addition, even if it makes it superimpose and does not make it display, the screen for location detection is synchronized with the 1st window screen, a criteria image is synchronized with image pick-up actuation timing as 2nd window screen, and you may make it change a window screen.

[0048] (a2) Actuation of a focus extract means to detect at least four marks as a mark for location detection is explained out of a mark extract and color distinction, next the mark of these plurality. Drawing 10 is the processing flow chart of a focus extract means until it picturizes four marks and specifies color distinction and the coordinate value of each mark of operation.

[0049] Steps S302 and S303 are actuation which incorporates the mark which is the criteria image projected on the screen as an image pick-up image. Since this example uses the subtraction-image art, it is to extract only the mark for location detection by which image pick-up incorporation and a rectangle configuration are serially characterized for two frame images including the mark from which a color or brightness differs.

[0050] Image pick-up taking in of the 1st image which includes the mark of the 1st sheet at step S301 is performed, and image pick-up taking in of the 2nd image is performed in the mark of the 2nd sheet at step S302. the image pick-up image of two sheets captured at step S303 -- difference -- it processes, and at step S304, it processes binary-ization with the threshold beforehand decided for RGB each color of every, and extracts. After being binary-ization-processed, the color of each mark and a configuration are distinguished at step S305, and the area for asking for the center-of-gravity location of each mark at step S306 is calculated.

[0051] Step S307 performs mark distinction processing of whether the extracted mark can use as a mark for location detection, after the area of each mark is computed at step S306. In case two or more marks are picturized, that a part of mark is picturized often arises. Moreover, as for the image pick-up side of this example, the mark configuration operated and detected to the screen screen in arbitrary locations will also be influenced of the fluoroscopy effect, consequently the area of a mark will take various values according to an image pick-up location. In order to cope with these problems, in the distinction art in this example, the method of determining beforehand the ratio C to two or more mark area (SKi) of each, and distinguishing it, respectively was used on the basis of the mark area (SG) which adjoined the image pick-up image center position most. For example, when $C_i (=SK_i/SG)$ is 50% or less, it is made not to regard it as the mark which should be extracted. According to such a method, distinction becomes

possible, without being influenced by the fluoroscopy effect accompanying an actuated valve position.

[0052] At step S308, it is distinguished whether four or more marks for carrying out location detection were extracted. At the following step S309, distinction of the barycentric-coordinates location of each mark and a color and mark location specification are performed. About mark location specification processing, it mentions later. When an image pick-up means to an output signal is a video signal, the image pick-up image data which carries out mark extract processing carries out two-frame (1 frame 1/30sec) continuation of the 1st and 2nd images with which mark brightness conditions differ, and is the image pick-up image of two sheets serially.

[0053] with the gestalt of this operation, the 1st frame image including each color mark of R (red), G (green), B (blue), and E (MAZENDA) and the 2nd frame image including BL (black) color mark picturize -- having -- difference -- processing is performed. Color extract processing is performed after that. A video outlet signal is a composite video signal of a video signal and a synchronizing signal, and is changed into a digital signal by the A/D-conversion means. The changed output signal is divided into a RGB output signal, or a luminance signal/color-difference signal by the matrix circuit (un-illustrating). Color distinction processing is performed using these output signals. this example -- a RGB output signal -- a luminance signal/color-difference signal -- which output signal may be used.

[0054] Next, it binary-ization-processes with the maximum and the minimum thresholds Thu and Thb which set up each ***** subtraction image beforehand, and a mark is detected according to each color. In addition, since the color extract method used with the gestalt of this operation is a method by the conventional technology, detailed explanation is omitted.

[0055] No matter it may be what color extract method, when picturizing the mark currently projected or displayed, it arises plentifully that the picturized color and a predetermined color change with various problems, such as shading produced by the devices which indicate by projection, the operating environments at the time of an image pick-up, etc., such as a projector, a white balance, and color gap. Since such a problem is coped with, I hope that it can be made to perform setting adjustment of a maximum and a minimum threshold according to an operating environment at the time of initialization of location detection actuation.

[0056] In addition, although location distinction is performed using four kinds of color marks in this example, if location distinction is possible, it is not necessary to be two or more colors.

(a3) Mark location specification processing, next the processing which specifies the coordinate value of four marks for location detection out of two or more detected marks are explained.

[0057] Two or more marks beforehand prepared in the criteria image are greatly influenced according to the actuated valve position and lens engine performance to the display screen which carry out location detection, a photography condition, etc., and the configuration of the mark detected, area, the number, and a location change. Drawing 11 and drawing 12 are the examples of the typical image pick-up image when picturizing some display screens including two or more marks from a certain actuated valve position.

[0058] Drawing 11 has the location of the detected location Om in the viewing area tau 2 of the display screen, and although an image pick-up image has the whole display screen in image pick-up within the limits mostly, six marks [two] as the focus are not detected at all, although detected. Although the one remaining pieces are detected, they are an example which a part of mark lacks. Furthermore, the detected location Om is within the limits of four marks by which a rectangle configuration is

characterized. The straight lines gu , gb , hr , and hl which connect between the mark barycentric coordinates specified as a boundary line of the viewing area of the display screen and a non-display field all over drawing are shown.

[0059] Moreover, drawing 12 is an example of four marks as which a rectangle configuration is characterized by the detected location Om and which exists out of range. In this example, in order to detect the detected location on a 100 inch big screen, the mark image of four colors [nine] of one G color mark defined beforehand, two R marks, two B marks, and four E marks is displayed. Even if the image pick-up range picturized picturizes a part of big screen, it enables it to detect four pieces certainly, and based on the number of the marks which had it detected whether it was what picturized which screen area of the whole display screen, a location, and a color, distinction processing of with what kind of posture the main part of location detection equipment was picturized to the display screen must be carried out exactly.

[0060] Drawing 13 is a flow chart which performs fundamental processing of the mark specification means used for a location operation for four marks to carry out location specification processing. In this processing, when two or more same color marks are detected among the marks detected by mark detection processing of drawing 10, it specifies of which location a mark is a mark on the display screen. Four or more detection marks must be detected in detection processing of drawing 10, and, moreover, one piece from which the color of these four pieces differs must be detected at least.

[0061] Since G color mark arranges only one piece at the center of a criteria image beforehand, it is detected in drawing 28 and coordinate specification is carried out. However, since two or more the R marks, B marks, and E marks which were detected are arranged beforehand at the criteria image, they must specify of which location on the display screen it is a mark.

[0062] Step S3100 is processing as which detected R color mark specifies of which location on the display screen it is a mark. The following step S3200 is processing which specifies B color mark like step S3100. Step S3300 is processing which specifies detected E color mark. About specific processing of these [R and B] and E color mark, it mentions later.

[0063] The following step S3400 is processing which specifies to which field on the display screen the center of an image pick-up image belongs as a detected location. All over drawing, four fields $\tau u1$ - $\tau u4$ to which the screen where nine marks were displayed is specified by four marks were shown. Step S3500 is processing which specifies which four pieces are used among the detected marks for a detected location operation.

[0064] Drawing 14 and drawing 15 are the flow charts of specific processing of detected R color and B color mark. R color mark as which drawing 14 was displayed on the criteria screen is two pieces, among those has at least one piece detected. The R color mark is the flow chart which carries out specific processing of of which location on the display screen it is R color mark.

[0065] The processing which pinpoints the location on the display screen of at least one detected R color mark is explained. It supposes that two R color marks were detected now, and is referred to as (Xri, Yri) on the image coordinate of each mark, this time $i = \dots$ it is 1 and 2. Two R color marks are arranged on the straight line which passes along a display screen center position in parallel with the X-axis of a screen coordinate system. Therefore, at step S323, the marker or left-hand side which has a R mark in a right-hand side location on the basis of Xg coordinate of the image coordinate (Xg, Yg) of G color marker in the center position on the display screen is distinguished.

[0066] If it is $Xg < Xri$ in steps S314 and S315, it is R color mark in which K6 is located, and if it is $Xg > Xri$, it is specified that it is R color mark located in K4 of the display screen. Drawing 15 is a flow chart for the location specification processing on the display screen of B color mark. Two B color marks are arranged on the straight line which passes along a display screen center position in parallel with the Y-axis of a screen coordinate system. Therefore, distinction of step S323 is performed on the basis of Yg coordinate of G color marker's image coordinate (Xg, Yg). Since it is the same as that of the R mark of drawing 32, other processings are omitted.

[0067] It is the flow chart which carries out specific processing of which location drawing 16 is E color mark among the marks of E color beforehand prepared in the criteria screen so that it might be located in four corners of the display screen. The coordinate data of E color mark obtained on the image pick-up image is set to (Xei, Yei). i is the number of detected E color mark.

[0068] Step S331 is a step which computes the straight line type for location distinction. A straight line type is the straight line gc parallel to the X-axis of the screen coordinate system which connects R color mark coordinate and G color mark coordinate. Location distinction of E color mark is performed based on two formulas with the straight line hc parallel to the Y-axis of the screen coordinate system which connects B color mark coordinate and G color mark coordinate.

[0069] At step S334, it distinguishes whether the display screen gc, i.e., straight line, bottom has detected E mark by the distinction straight line gc. That is, the coordinate value of E color mark is substituted for a discriminant, if it is judged that the display screen bottom has E color mark if it is $Yei > acXei + bc$, it will progress to step S336, and it distinguishes whether it is in display screen right-hand side by the straight line hc. That is, at the time of $Yei < dcXei + ec$ (it is $dc > 0$ here), the E color mark is specified as it is Ebl located in K7 of the viewing area tau 2 of the right-hand side of the display screen bottom, i.e., a criteria screen. Moreover, it is $Yei < acXei + bc$ at step S334. That is, when distinguished from the display screen bottom, it progresses to step S335, and left-hand side or right-hand side is distinguished by the straight line type hc. If distinguished from $Yei < dcXei + ec$, i.e., display screen top left-hand side, the E color mark will be distinguished from the Eul mark located in the criteria screen K1. Moreover, when distinguished from $Yei > dcXei + ec$, it is distinguished from display screen top right-hand side, and E color mark is specified with the Eur mark located in the criteria screen K3.

[0070] Sequential-processing specification of R color, B color, and E color mark which were detected is carried out by the above processing. Next, the processing which decides in which field on the display screen of the detected location of step S3400 of drawing 13 it is located is explained.

[0071] With the gestalt of this operation, the detected location on the display screen which should be detected is detected as an image pick-up image center, and it is carried out to calculation of a detected location using the image system of coordinates which make the image pick-up center Zero Om (0 0). Therefore, processing of to which field on the display screen this zero is located can use the same flow chart as specific processing of the location on the display screen of E color mark in drawing 16. Location distinction is performed with the value which substituted the zero (0 0) for (X, Y) of a step S331 straight-line type. For example, a step until Ebl (K7) of step S337 is specified is specified when a detected location is in the display screen field tau 3 located in K7. Thus, it is specified which location the image pick-up center as a detected location is on the display screen.

[0072] Next, the processing which specifies four marks for location detection which use the detected location on the display screen for an operation is explained. In this example, if it can specify the mark of

four individuals each one color mark at a time which is G color, R color, B color, and E color, the posture of the display screen over an image pick-up side can be detected, and a detected location is pinpointed. That is, either of the display screen fields tau1, tau2, tau3, and tau4 specified by four pieces, G color, R color, B color, and E color, should just be chosen. As shown in drawing 11, even if four marks which a detected location is in the display screen field tau 3, and specify tau 3 are not detected, if four marks which specify the display screen field tau 2 are detected, the operation of a detected location is possible.

[0073] Next, the image center which is a detected location explains the processing which judges ***** display screen outside based on drawing 17. parallel to the straight line types gb and gu and Y-axis of the display screen in which the boundary line of display screen scope inside and outside is shown based on the coordinate of two or more marks specified at step S351 parallel to the screen coordinate system X-axis -- it reaches and hr and hl are computed. Based on these four formulas, it is performed for a detected location whether it is the inside of the display screen.

[0074] Since the display screen field of a detected location is already pinpointed in drawing 16, distinction of being the inside of the display screen in the field is performed by two straight line formulas here. At step S352, if a detected location is located to the display screen field tau 2, and it is discriminant $bb <= 0$ and $er <= 0$, it will be judged that it is in [tau 2] the display screen, and it will be judged as the outside of the display screen. It is warned by an error message and the beep sound in step S360, and progresses to the processing which performs image pick-up incorporation actuation again.

[0075] When a detected location is located to the display screen fields tau1, tau3, and tau4, based on the distinction straight line types gu and hr of step S354, the distinction straight line types gb and hl of step S356, and the distinction straight line types gu and hl of step S358, ***** display screen outside is judged, respectively.

[0076] Thus, by arranging a mark on the display screen at the grid-like lattice point, even if it does not picturize the whole screen displayed, some image pick-up images can also specify the coordinate of a detected location. moreover, while being able to perform the vertical direction decision of the image pick-up image which the main part of location detection equipment captures by devising the array of the color of these marks, a configuration, etc., the operating range of the main part of location detection equipment is markedly alike, and spreads. Furthermore, the engine-performance load of an image pick-up lens can be mitigated, and there is an advantage whose low cost-ization is attained.

(b) Since four marks for location detection by which the shape of a location data-processing rectangle is characterized were specified, based on the result considered as coordinate pinpointing on an image pick-up side based on the coordinate value of this four mark, the location operation of the detected location Ps on the display image projected on the predetermined plane can be performed.

[0077] Coordinate data processing of the detected location Ps to these four marks is explained concretely. Drawing 18 is the flow chart which showed the concrete procedure which carries out data processing of the detected location on the predetermined plane placed into three-dimension space. They are the details of actuation of step S106 of the basic operation flow chart of drawing 8.

[0078] The posture physical relationship of the image system of coordinates in the three-dimension space which has the X-Y-Z coordinate system which drawing 19 makes the image pick-up side of the main part 100 of location detection equipment X-Y coordinate system (it is called image system of coordinates), and sets the Z-axis as the shaft perpendicularly prolonged from the center of image system of coordinates, and the X*-V system of coordinates on a predetermined plane (it is called a plane-coordinates system) is

shown. View O is the location of the zero Om of image system of coordinates to the focal distance f. It considers as the angle psi of the circumference of the X-axis of an X-Y-Z coordinate system, the angle gamma of the circumference of a Y-axis, and the angles alpha or beta of the circumference of the Z-axis. The circumference of these angles all makes the clockwise rotation positive.

[0079] The operator showed the image pick-up image q which picturized the image pick-up direction of the image pick-up means 100 formed in the main part of location detection equipment towards the predetermined plane which is a rectangle configuration from the location of arbitration to drawing 20 and drawing 21. The image picturized by drawing makes the detected location Ps which is a coordinate location on a plane have agreed in the criteria location (zero Om of an image pick-up side) set as the image pick-up side. These four focus q1, q2, q3, and q4 corresponds to Q1, Q2, Q3, and Q4 in the plane-coordinates system X*-Y* system of coordinates of drawing 1.

[0080] the configuration (rectangle configuration) in which the focus whose criteria location which shows a detected location is four pieces is formed -- being out of range. Drawing 21 is an example which is not included in rectangle configuration within the limits formed by the four focus which has the image pick-up image center made into the detected location on a predetermined plane.

(b1) Posture calculation processing of the plane which is the 1st step for calculating the plane location detected [posture data-processing] is explained, referring to the flow chart of drawing 18 and configuration block drawing of drawing 3, drawing 19 · drawing 26.

[0081] First, at step S111, straight line type I1.I2 which pass along the focus which the image pick-up image q adjoins, and I3 and I4 are computed based on the coordinate location of q1, q2, q3, and q4 which were already specified in the focus specification means of a focus extract means. Next, at step S112, the vanishing points T0 and S0 of image pick-up image data are computed using these straight line type. (Steps S111 and S112 are equivalent to processing of the vanishing point calculation means 5211 of configuration block drawing of drawing 3)

If the plane which has a rectangle configuration is picturized, a vanishing point surely exists in an image pick-up image. A vanishing point is a point which an parallel group converges. For example, straight line on the image pick-up side corresponding to straight line Q1Q2 q1q2 Straight line q3q4 corresponding to straight line Q3Q4, q1q4, and right-hand-side Q1Q4 If q2q3 are completely parallel, a vanishing point will exist in infinite distance. When it exists in infinite distance, even if fluoroscopy projection is carried out in the direction, the fluoroscopy effect does not show up.

[0082] The shape of a plan type placed into three-dimension space with the gestalt of this operation is a rectangle configuration. Therefore, in object frame, it has 2 sets of parallel, and one vanishing point will exist in each by the side of the X-axis and a Y-axis on the image pick-up image of image system of coordinates. The location of a vanishing point is shown in drawing 20 on the image pick-up data when picturizing in the location of arbitration. The vanishing point which produces the vanishing point produced in an X-axis side in an S0 and Y-axis side is set to T0. q1q2 The intersection of the extended straight line of q3q4 is the location of a vanishing point.

[0083] At step S113, after asking for vanishing points S0 and T0, the straight lines OmS0 and OmT0 which connected these vanishing points and the center Om of an image pick-up image are computed, and processing which asks for the focus qs1, qs2, qt1, and qt2 characterized by these straight lines is performed. (Step S113 is processing performed with the disappearance straight line calculation means 5112 of drawing 3)

each disappearance shaft S which connected vanishing points S0 and T0 and the image pick-up data center Om -- 0 Om T0Om computes the intersections qt1 (Xt1, Yt1), qt2 (Xt2, Xt2), qs1 (Xs1, Ys1), and qs2 (Xs2, Ys2) at which straight line q1q2 which pass along the two focus which adjoins each other, q3q4 and q2q3, and q1q4 are crossed. the explanation after qt1, qt2, qs1, and qs2 were computed -- setting -- S0Om, T0Om, qt1qt2, and qs1qs2 -- all will be called a disappearance straight line.

[0084] Disappearance straight line qt1qt2 and qs1qs2 correspond to the straight line on the basis of the detected location Ps which intersected perpendicularly mutually respectively on a plane, and serve as a criteria straight line for computing a detected location. That is, each focus qt1, qt2, qs1, and qs2 of image system of coordinates (X-Y coordinate system) corresponds to the focus T1, T2, S1, and S2 of the predetermined plane in the plane-coordinates system (X*-Y* system of coordinates) of drawing 1.

[0085] In vanishing point calculation processing of step S112, when it is judged that a vanishing point exists in X shaft orientations of X-Y image system of coordinates (X-Y coordinate system) at infinite distance, a disappearance straight line turns into a straight line parallel to the X-axis. Next, it progresses to step S114. At step S114, it is made to rotate whenever [angle beta] focusing on Om so that the X-axis of image system of coordinates (X-Y coordinate system) may be in agreement with the disappearance straight line OmS0 by the side of the X-axis, and coordinate transformation processing made into X'-Y' system of coordinates is performed. The coordinate transformation processing which is made to rotate whenever [angle alpha] focusing on Om at this time so that the Y-axis of image system of coordinates may be in agreement with the disappearance straight line OmT0 by the side of a Y-axis, and is made into an X"-Y" seat system is sufficient. Either is enough as the processing used with the gestalt of this operation. (Step S114 is processing performed with the image system-of-coordinates conversion means 5214 of drawing 3)

Drawing 22 is drawing which is made to rotate image system of coordinates (X-Y coordinate system) whenever [beta] by making a clockwise rotation positive, and explains image coordinate transformation processing to X'-Y'system-of-coordinates and X" -Y" system of coordinates, respectively.

[0086] These image system-of-coordinates rotation actuation is actuation of deciding one of the parameters showing the posture location of the predetermined plane which was equivalent to rotation of the circumference of the Z-axis in three-dimension space (X-Y-Z coordinate system), and was set in three-dimension space. Thus, straight line Q1Q2 on the predetermined plane placed into three-dimension space and Q3Q4 become physical relationship parallel to the X-axis by making disappearance straight line qs1qs2 (or OmS0) in agreement on the X-axis.

[0087] In the following step S115, based on the position coordinate in X'-Y' system of coordinates after X-Y coordinate conversion on the obtained image pick-up image The focus Q1, Q2, Q3, and Q4 on the predetermined plane which has a plane-coordinates system to the focus q1, q2, q3, and q4 of image system-of-coordinates X'-Y' system and the coordinate location of qt1, qt2, qs1, and qs2, and each coordinate location of T1, T2, S1, and S2 are matched. These matching is made by performing fluoroscopy projective transformation processing in which the geometric technique was used. This fluoroscopy projection processing turns into processing which computes the angle psi of the circumference of the Y-axis which are two parameters which become the processing which computes the posture of a predetermined plane over the image pick-up side in the three-dimension space (X-Y-Z coordinate system) on the basis of an image pick-up side, namely, determine a plane posture, and the angle gamma of the circumference of the X-axis. In addition, the details of fluoroscopy projective transformation processing

are later mentioned by the term (b2). (Step S115 is processing performed in the fluoroscopy projective-transformation means 5123 of drawing 3)

The following step S116 computes the coordinate location of the detected location Ps on a plane-coordinates system (X*-Y* system of coordinates) based on the posture parameter of the predetermined plane computed at step S115. The details of calculation of a detected position coordinate are later mentioned by (b3) and the term (b4).

[0088] (b2) fluoroscopy projective-transformation processing -- here, the fluoroscopy projective-transformation processing for computing the posture parameter (Inclination psi, the elevation angle gamma) of the predetermined plane over the image pick-up side placed into three-dimension space based on the result as which the coordinate of the four focus by which a rectangle configuration is characterized in the image system of coordinates (X-Y coordinate system) of an image pick-up side was specified is explained.

[0089] First, based on drawing 23, two-dimensional fluoroscopy projective transformation is explained briefly. In drawing 23, the Z-axis is set as a horizontal axis and the Y-axis is set as the axis of ordinate. The image pick-up side which is a zero at the time of carrying out fluoroscopy projective transformation of the O (it is hereafter called a seeing through point) and where 1 has X-Y coordinate system, and 2 are two-dimensional planes. The seeing through point O is made into a zero by a diagram, and the Z-axis and an axis of ordinate are made in agreement with the Y-axis of an image pick-up side X-Y coordinate system on the horizontal axis. In other words, the X-axis of an image pick-up side is in space perpendicularly, and makes the center of an image pick-up side in agreement with the Z-axis. The focal distance of the lens optical system with which this image pick-up means is equipped is set to f. The image pick-up side 1 will be established in the location of a focal distance f perpendicularly on the Z-axis from the seeing through point O. Lens optical system is put on the front location of an image pick-up side in fact, and although the inverted image of a two-dimensional plane has composition which carries out image formation in the image pick-up side, in order to make it easy to explain here, it has considered as the configuration arranged in the location of the back focus of a CCD image pick-up side for convenience.

[0090] Moreover, the predetermined plane 2 which has an X*-Y* plane-coordinates system presupposed that it is in the posture leaned the degree of angle gamma to the Yaxis. Fluoroscopy projective transformation of each focus q_i (1 $i=2$) of each of the image system of coordinates which have X-Y coordinate system is carried out to the focus Q_i (1 $i=2$) to which it corresponds on the predetermined plane which has X*-Y* system of coordinates by geometric matching. The transformation is expressed with several 1.

[0091]

[Equation 1]

$$Y^* = \frac{Y \cdot f}{f - Y \cdot \tan \gamma}$$

$$Z^* = \frac{f^2}{f - Y \cdot \tan \gamma}$$

[0092] Therefore, the coordinate location of Focus Qi (Y^*i , Z^*i) (1 $i = 2$) is expressed with the following several 2, respectively.

[0093]

[Equation 2]

$$Q_1(Y^*_1, Z^*_1) = \left(\frac{Y_1 \cdot f}{f - Y_1 \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y_1 \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$Q_2(Y^*_2, Z^*_2) = \left(\frac{Y_2 \cdot f}{f - Y_2 \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y_2 \cdot \tan \gamma} \right)$$

[0094] Next, the fluoroscopy projective transformation processing which computes the location posture of a predetermined plane over the image pick-up side placed into three-dimension space is explained concretely. Drawing 24 is a perspective diagram explaining the location posture of the predetermined plane placed into three-dimension space (X-Y-Z coordinate system). 1/4 rectangle of a predetermined plane is shown by a diagram, and the focus coordinate points q1 (X1, Y1) and q2 (X2, Y2) corresponding to the position coordinates Q1 (X^*1 , Y^*1) and Q2 (X^*2 , Y^*2) of the focus on the predetermined plane on an image pick-up side are shown.

[0095] drawing .. **** .. plane coordinates .. a system (X^* - Y^* system of coordinates) .. it can set .. ed .. detection .. a location .. P_s .. a passage .. each .. a shaft .. being parallel .. a straight line .. adjoining .. two .. a ** .. the focus .. passing .. a straight line .. an intersection .. it is .. T .. one .. T .. two .. the position coordinate of three points of S_2 is shown in it. S_1 which is not illustrated [the focus T_1 , T_2 , and S_2 currently these illustrated besides] corresponds to the focus q_1 , q_2 , q_3 , and q_4 characterized by the disappearance straight line on an image pick-up image coordinate.

[0096] It has omitted about the coordinate points q_3 (X_3 , Y_3) and q_4 (X_4 , Y_4) corresponding to Q_3 (X^*3 , Y^*3) and Q_4 (X^*4 , Y^*4). With the gestalt of this operation, the zero Om (0 0f) of the image system of coordinates in drawing is made into the center position of an image pick-up image, and this center position is made into the detected location on the predetermined plane which it is going to picturize. The zero O of a three-dimension space X-Y-Z coordinate system (0, 0, 0) is made into the seeing through point at the time of carrying out fluoroscopy projective transformation processing. f is a focal distance.

[0097] The physical relationship over the image pick-up side of a predetermined plane is angle +gamma in the circumference of angle +psi and a Y-axis centering on the zero Om of an image pick-up side about the circumference of the X-axis at the circumference of the X-axis. Any [these] angle has made the clockwise rotation positive. This drawing has shown the result the circumference of the Z-axis carried out [the result] rotation actuation (X-Y coordinate system is rotated whenever [+beta]).

[0098] With the gestalt of this operation, the coordinate location of the focus Q1, T1, and S2 on the predetermined plane (X*-Y* system of coordinates) corresponding to these focus was computed by fluoroscopy projective transformation based on the coordinate data of the focus q1, qt1, and qs2 on an image pick-up image (X-Y coordinate system). Drawing 25 is drawing which carried out the orthographic projection of the predetermined plane placed into the three-dimension space shown in drawing 24 (X-Y-Z coordinate system) on X'-Z' coordinate projection plane (Y'=0). X'-Y'-Z' system of coordinates carry out rotational-coordinates conversion of the X-Y-Z coordinate system. Only straight line S1S2 exist on X'-Z' coordinate projection plane (Y'=0) (a thick wire illustrates). The distance of the zero Om of X'-Z' system of coordinates and the seeing through point O is the location of the focal distance f of an image pick-up lens. The result of having expressed the coordinate location of each focus in a plane-coordinates system which matched by the position coordinate in X'-Y' system of coordinates by fluoroscopy projective transformation about each focus is expressed with several 3 and several 4.

[0099]

[Equation 3]

$$T_1(Y_{t1}, Z_{t1}) = \left(\frac{f \cdot Y_{t1}}{f - Y_{t1} \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y_{t1} \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$T_2(Y_{t2}, Z_{t2}) = \left(\frac{f \cdot Y_{t2}}{f - Y_{t2} \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y_{t2} \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$S_1(Y_{s1}, Z_{s1}) = \left(\frac{f \cdot Y_{s1} \cdot \tan \gamma}{Y_{s1} + f \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2 \cdot \tan \gamma}{Y_{s1} + f \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$S_2(Y_{s2}, Z_{s2}) = \left(\frac{f \cdot Y_{s2} \cdot \tan \gamma}{Y_{s2} + f \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2 \cdot \tan \gamma}{Y_{s2} + f \cdot \tan \gamma} \right)$$

[0100]

[Equation 4]

$$Q_1(X_1, Z_1) = \left(\frac{X_1}{X_2} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi \cdot X_2}{f \cdot \tan \phi \cdot X_1} \cdot X_{12}, \frac{f}{X_2} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi \cdot X_2}{f \cdot \tan \phi \cdot X_1} \cdot X_{12} \right)$$

$$Q_2(X_2, Z_2) = \left(\frac{X_2}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi \cdot X_2}{f \cdot \tan \phi \cdot X_1} \cdot X_{12}, \frac{f}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi \cdot X_2}{f \cdot \tan \phi \cdot X_1} \cdot X_{12} \right)$$

$$Q_3(X_3, Z_3) = \left(\frac{X_3}{X_4} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi \cdot X_4}{f \cdot \tan \phi \cdot X_3} \cdot X_{34}, \frac{f}{X_4} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi \cdot X_4}{f \cdot \tan \phi \cdot X_3} \cdot X_{34} \right)$$

$$Q_4(X_4, Z_4) = \left(\frac{X_4}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi \cdot X_1}{f \cdot \tan \phi \cdot X_4} \cdot X_{14}, \frac{f}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi \cdot X_1}{f \cdot \tan \phi \cdot X_4} \cdot X_{14} \right)$$

[0101] Moreover, drawing 26 is drawing which carried out the orthographic projection of the predetermined plane illustrated to drawing 24 on Y'-Z' coordinate projection plane (X'=0). Only straight line T1T2 exist on Y'-Z' coordinate projection plane (X'=0). All over drawing, only the focus qt1 and q1 on the image pick-up image corresponding to the focus T1 and Q1 on a predetermined plane is illustrated, and the focus on the image pick-up image corresponding to Q2, Q3, and Q4 is omitted. The fluoroscopy projective-transformation processing on Y'-Z' coordinate projection plane performs processing on X'-Z' coordinate projection plane performed previously, and same processing, and computes the coordinate location of the focus T1 and Q1 on the plane corresponding to qt1 and q1.

[0102] The coordinate location of T1 and Q1 was shown in several 5.

[0103]

[Equation 5]

$$T_1'(Y_{11}, Z_{11}) = \left(\frac{f \cdot Y_{11}}{f - Y_{11} \tan \gamma}, \frac{f}{f - Y_{11} \tan \gamma} \right)$$

$$Q_1'(Y_1, Z_1) = \left(\frac{Y_1}{f - Y_1 \tan \gamma} \cdot Z_{11}, \frac{f}{f - Y_1 \tan \gamma} \cdot Z_{11} \right)$$

$$= \left(\frac{f \cdot X_1 Y_1}{(f - Y_1 \tan \gamma) X_1 \tan \phi + 1}, \frac{f}{(f - Y_1 \tan \gamma) X_1 \tan \phi + 1} \right)$$

[0104] Its attention is paid to coordinate calculation processing of the focus T1 and Q1 of drawing 25 and the plane-coordinates system of drawing 26. As a result of carrying out fluoroscopy

projective-transformation processing to two coordinate planes, X'-Z' coordinate projection plane and Y'-Z' coordinate projection plane, the coordinate value of the focus T1 and Q1 on the plane coordinates corresponding to the focus qt1 and q1 is obtained.

[0105] From drawing 25, T1 (Y*t1, Z*t1|y) and Q1 (Y*1, Z*1|y) are obtained from T1 (X*t1, Z*t1|x), Q1 (X*1, Z*1|x), and drawing 26, respectively. In the X'Z' projection plane (drawing 25) which carried out the orthographic projection of the predetermined plane placed into three-dimension space (X'-Y'-Z' system of coordinates), and a Y'Z' projection plane (drawing 26), by each projection plane coordinates, the coordinate value about Z' shaft takes the same value, and has the following relation.

[0106] The following two relational expression [six] and several 7 can be obtained from the conditional expression of the Z*1|x=Z*1|y Z*t1|x=Z*t1|y above.

[0107]

[Equation 6]

$$\tan \phi = \frac{X'_{t1} X'_{s2} Y'_1}{X'_{t1} Y'_1 + X'_{s2} Y'_{t1} - X'_1 Y'_{t1}} \cdot \frac{1}{f}$$

[0108]

[Equation 7]

$$\tan \gamma = \frac{1}{\tan \psi} \cdot \frac{X'_n}{Y'_{t1}}$$

[0109] It turned out that the posture parameter of the predetermined plane placed into the above-mentioned result and three-dimension space is expressed by the coordinates qi, qt1, or qsi of the focus of image system of coordinates, and the focal distance of an image pick-up lens with easy relational expression. The relational expression showing a plane location posture may be replaced with several 6 and several 7, and may be the following eight relational expression and several 9.

[0110] The hand of cut of the angle psi of the circumference of several 8 and the Y-axis shown number 9 is contrary to several 6 and several 7.

[0111]

[Equation 8]

$$\tan \psi = \frac{Y'_1 - Y'_{t1}}{X'_{t1} Y'_1 - Y'_{t1} X'_1} \cdot f$$

[0112]

[Equation 9]

$$\tan \gamma = - \frac{1}{\tan \psi} \cdot \frac{X'_n}{Y'_{t1}}$$

[0113] one point and these [4] of the focus qi (i=1-4) from which the focus qi used for such relational expression was obtained by the image pick-up image -- it is expressed using the focus qt1 or qsi determined using the vanishing point computed from this focus. The procedure of the gestalt of this operation explained the case where rotated X-Y coordinate system whenever [beta] and it changed into

X'-Y' system of coordinates so that it might be in agreement with the X-axis in disappearance straight line qslqs2 obtained from the image data obtained by the image pick-up means. Even if it changes X-Y coordinate system into X"-Y" system of coordinates and performs it so that it may be in agreement with a Y-axis in another disappearance straight line qt1qt2, the same result is obtained although formula expressions differ.

[0114] The intermediate formula omitted and showed only the result to several 10 and several 11.

[0115]

[Equation 10]

$$\tan \phi = \frac{Y''_{s2}}{X''_{s2} \cdot \tan \gamma}$$

[0116]

[Equation 11]

$$\tan \gamma = \frac{X''_{s2} - X''_1}{X''_{s2} \cdot Y''_1 - X''_1 \cdot Y''_{s2}} \cdot f$$

[0117] By several 10 and several 11, Parameter psi showed what was expressed only with two coordinate values, q1 and qs2, whenever [location attitude-angle]. Generally, it cannot be overemphasized that the coordinate location of the focus of image system of coordinates is expressed with the number of pixels, and the pixel size of a CCD image sensor is needed as a conversion factor in several 6 - number 11 type.

[0118] As mentioned above, as explained, the angle formula which is the posture parameter of the plane of a plane-coordinates system is the easy relational expression expressed with the focal distance f which is the coordinate data of the focus and the parameter of an image pick-up means which were computed from the image pick-up image. Since the formula which computes a plane posture parameter is expressed by the easy formula, without using a complicated transformation-matrix type like before, the operation error which may be low decreases, and there is which advantageous advantage in precision. If it forces, it leads also to low cost-ization of equipment.

[0119] Furthermore, in computing a plane relative posture, location data about a plane, such as coordinate location data, distance data to an image pick-up side and a predetermined plane, etc. by which the aspect ratio of a rectangle configuration and a rectangle configuration are characterized, has the advantage of being unnecessary that it should just be known that the shape of a plan type in a plane-coordinates system is a rectangle configuration qualitatively.

[0120] (b3) Based on the posture parameter of the predetermined plane in the three-dimension space computed by coordinate location data-processing fluoroscopy projective-transformation processing, the detected position coordinate on the predetermined plane in a plane-coordinates system (X*-Y* system of coordinates) is calculated with the coordinate data-processing means 522.

[0121] The detected location on the predetermined plane in plane-coordinates system X*-Y* system of coordinates is computed by horizontal-axis ratio $mi = |S1Ps|/|S2Ps|$ and vertical axial ratio $ni = |T1Ps|/|T2Ps|$. When the formula of the detected location Ps (X*i, Y*i) of the predetermined plane corresponding to the posture parameter of several 6 and several 7 is expressed by the X axial ratio m and the Y axial ratio n, it is expressed with several 12 and several 13. Which [these] formula may be used.

[0122] Several 12 is a formula using axial ratios n_x and m_x , and is the case where rotated X-Y image system of coordinates whenever [beta], and it changes into X'-Y' system of coordinates.

[0123]

[Equation 12]

$$m_x = \frac{\overline{OS_1}}{\overline{OS_2}} = \frac{|X_{s1}|}{|X_{s2}|} \cdot \frac{|K \cdot X_{s2} \cdot \tan \psi + f|}{|K \cdot X_{s1} \cdot \tan \psi + f|}$$

$$n_x = \frac{\overline{OT_1}}{\overline{OT_2}} = \frac{|X_{t1}|}{|X_{t2}|} \cdot \frac{|f \cdot \tan \psi - X_{t2} \cdot K|}{|f \cdot \tan \psi - X_{t1} \cdot K|}$$

K:スケールファクター (画素サイズ)

[0124] Moreover, several 13 is a formula using axial ratios n_y and m_y , and is the case where rotated X-Y coordinate system whenever [alpha] and it changes into X"-Y" system of coordinates.

[0125]

[Equation 13]

$$m_y = \frac{\overline{OS_1}}{\overline{OS_2}} = \frac{|Y_{s1}|}{|Y_{s2}|} \cdot \frac{|Y_{s2} \cdot K - f \cdot \tan \gamma|}{|Y_{s1} \cdot K - f \cdot \tan \gamma|}$$

$$n_y = \frac{\overline{OT_1}}{\overline{OT_2}} = \frac{|Y_{t1}|}{|Y_{t2}|} \cdot \frac{|f - K \cdot Y_{t2} \cdot \tan \gamma|}{|f - K \cdot Y_{t1} \cdot \tan \gamma|}$$

[0126] Thus, the coordinate of a detected location can be searched for if either of the plane posture parameters psi and gamma is computable.

(b4) The location operation explained beyond the coordinate operation of the detected location Ps on [all] a display image was able to specify four marks (focus), and was able to pinpoint the detected location in the plane coordinates specified by those [these / four].

[0127] Next, if it can determine which mark on the predetermined plane (for example, a screen plane, a wall surface) where two or more marks are arranged four marks for location detection (focus) specified on these image pick-up side support, the coordinate of the detected location in the screen coordinate system on [all] a projection image can compute easily.

[0128] Drawing 27 is drawing explaining the relation between the X*-Y* system of coordinates of the drawing 27 (a) projection image, and the U-V system of coordinates of the drawing 27 (b) personal computer subject-copy image. The range q picturized in some screen images with the image pick-up means of the main part of location detection equipment, i.e., an image pick-up image, is shown in drawing 27 (a). In this drawing, in order to simplify explanation, the image pick-up side of the main part of location detection equipment was made into the example picturized towards the normal position (zero

elevation angle, zero inclination) to the screen image. Therefore, the X*-Y* system of coordinates which are the system of coordinates of a screen image, and the system of coordinates X-Y coordinate system on an image pick-up side lap as a zero Om, and the detected location Ps is illustrated.

[0129] Based on K3 (Q1), K6 (Q2), K5 (Q3), and four mark coordinate values of K2 (Q4) which were specified on the image pick-up side, the detected location Ps (X*, Y*) in a screen coordinate system is already easily convertible for the detected location Ps (Ui, Vi) in the U-V system of coordinates which are the cursor system of coordinates of a subject-copy image with a degree type from these relation.

[0130]

[Equation 14]

$$P_s(U, V) = \left(\frac{2n+1}{m+1} \cdot \frac{U_{max}}{2} - \frac{m}{m+1} \cdot a, \frac{n+2}{n+1} \cdot \frac{V_{max}}{2} - \frac{1}{n+1} \cdot a \right)$$

[0131] It is horizontal-axis ratio $m = |S1Ps| / |S2Ps|$ and axis-of-ordinate ratio $n = |T1Ps| / |T2Ps|$ on a screen coordinate system here. moreover -- although it was the case where it was in the display screen field tau 1 specified by the mark whose detected location is four pieces -- other display screen fields tau2, tau3, and tau4 -- the same processing is possible even if it is which field.

[0132] Thus, the method of distinguishing from mark discernment and specifying, having used which field of all the display screens, can be used for the broad use which detects the part on the plane which has not only the display image explained with the gestalt of this operation but two or more focus arranged beforehand at the position, and computes the whole location.

[0133]

[Effect of the Invention] Since the criteria location of an image pick-up side was established in the center position in the gestalt of this operation as more than explained, the location posture of the rectangle plane in three-dimension space and calculation of a detected location were enabled with the easy relational expression using few parameters with four image location data by which the focal distance and rectangle configuration of an image pick-up lens are characterized. Therefore, location detection with a high location detection precision can be easily realized by very early data processing. And since it is an easy equipment configuration, a location is not chosen but location detection can be performed easily.

[0134] Moreover, if the number of the mark by which a rectangle configuration is characterized can picturize a part of display screen field specified with the minimum number even if it does not picturize all the marks prepared in the criteria image of the display screen in three-dimension space according to the gestalt of operation of this invention, a detected location is easily computable from the image data of those focus. therefore, by deciding the magnitude of the smallest unit grid configuration by which a rectangle configuration is characterized according to the magnitude of the display screen, while boiling markedly the operating range of the location detection equipment of this invention and spreading, the burden of the image pick-up lens engine performance is also mitigated.

[0135] Furthermore, without forming a sensor on the display screen beforehand, since location detection was possible, the location detection equipment of the gestalt of this operation has realized location detection of the image projected on the wall surface. Moreover, since the location detection equipment of the gestalt of this operation is the new location detection method which is not in the former in which location detection is possible from any locations to the display screen, it can expect expansion of the use in various fields.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The conceptual block diagram of the location detection equipment concerning the gestalt of this operation.

[Drawing 2] Configuration block drawing of the location detection equipment concerning the gestalt of this operation.

[Drawing 3] Configuration block drawing of the plane posture operation operation means of the location detection equipment concerning the gestalt of this operation.

[Drawing 4] The configuration perspective diagram of the main part of location detection equipment concerning the gestalt of this operation.

[Drawing 5] The 1st optical system of the location detection equipment concerning the gestalt of this operation.

[Drawing 6] The 2nd optical system of the location detection equipment concerning the gestalt of this operation.

[Drawing 7] The block block diagram by the side of the personal computer which receives the signal from the location detection equipment concerning the gestalt of this operation.

[Drawing 8] The flow chart explaining basic actuation of the location detection equipment concerning the gestalt of this operation.

[Drawing 9] For drawing and drawing 9 (a) explaining the criteria image for location detection which has arranged two or more marks, the 1st criteria image and drawing 9 (b) are the 2nd criteria image.

[Drawing 10] The flow chart explaining actuation of the focus extract means of the location detection equipment concerning the gestalt of this operation.

[Drawing 11] The 1st example of the mark array on an image pick-up image

[Drawing 12] The 2nd example of the mark array on an image pick-up image

[Drawing 13] The flow chart explaining basic actuation of the mark specification means of the location detection equipment concerning the gestalt of this operation.

[Drawing 14] The flow chart explaining specific processing of two or more R marks in which the location detection equipment concerning the gestalt of this operation was detected.

[Drawing 15] The flow chart explaining specific processing of two or more B marks in which the location detection equipment concerning the gestalt of this operation was detected.

[Drawing 16] The flow chart explaining specific processing of two or more E marks in which the location detection equipment concerning the gestalt of this operation was detected.

[Drawing 17] The flow chart with which a detected location distinguishes ***** display screen outside.

[Drawing 18] The flow chart explaining the basic actuation for carrying out data processing of the detected location on a predetermined plane (screen plane).

[Drawing 19] Drawing explaining the relation between image pick-up image system of coordinates and a plane-coordinates system.

[Drawing 20] The 1st example of the image pick-up image with which the focus (mark) by which a rectangle configuration is characterized was picturized.

[Drawing 21] The 2nd example of the image pick-up image with which the focus (mark) by which a rectangle configuration is characterized was picturized.

[Drawing 22] Drawing explaining the system of coordinates on the picturized image side.

[Drawing 23] Drawing explaining two-dimensional fluoroscopy projection.

[Drawing 24] The perspective diagram explaining three-dimension fluoroscopy projection.

[Drawing 25] The orthographic drawing to X'-Z' coordinate plane top of the screen in drawing 24.

[Drawing 26] The orthographic drawing to Y'-Z' coordinate plane top of the screen in drawing 24.

[Drawing 27] (a) Drawing explaining the relation between the image pick-up image system of coordinates on a screen image, and the system of coordinates of (b) personal computer subject-copy image.

[Description of Notations]

1 Image Pick-up Means

2 A/D-Conversion Means

3 Frame Memory

4 Control Means

5 Image-Processing Means

6A Mitsuteru gunner stage

6B Collimation means

7 1st Carbon Button (Shutter Release)

8 2nd Carbon Button (Optical Exposure Carbon Button)

9 Output Signal Processing Means

10 Power Supply

11 3rd Carbon Button (Left-click Carbon Button)

12 4th Carbon Button (Right-click Carbon Button)

51 Focus Extract Means

52 Fluoroscopy Projective-Transformation Means

53 Location Operation Means

100 Main Part of Location Detection Equipment Concerning Gestalt of this Operation

110 Screen Plane (Predetermined Plane)

111 Image Projected on Screen Side

120 Personal Computer

130 Projector



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-325069

(P2001-325069A)

(43)公開日 平成13年11月22日 (2001.11.22)

(51)Int.Cl.
G 0 6 F 3/033

識別記号
3 1 0
3 5 0

F I
G 0 6 F 3/033

テマコード(参考)
3 1 0 Y 5 B 0 8 7
3 5 0 G

審査請求 未請求 請求項の数19 O.L (全 26 頁)

(21)出願番号 特願2001-62848(P2001-62848)
(22)出願日 平成13年3月7日 (2001.3.7)
(31)優先権主張番号 特願2000-67129(P2000-67129)
(32)優先日 平成12年3月7日 (2000.3.7)
(33)優先権主張国 日本 (JP)

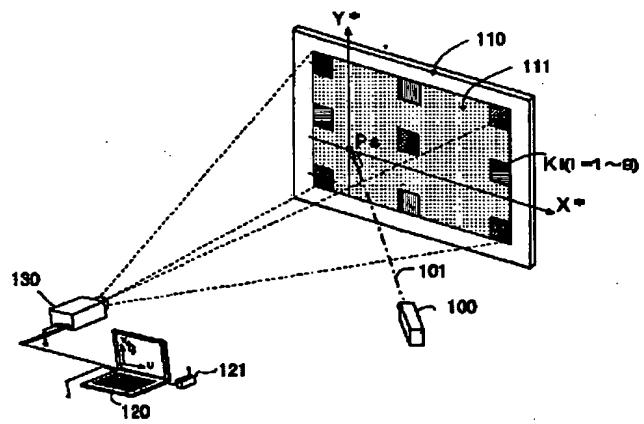
(71)出願人 596075462
株式会社ニコン技術工房
東京都品川区二葉一丁目3番25号
(71)出願人 000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(72)発明者 石野 行宣
東京都品川区二葉1丁目3番25号 株式会
社ニコン技術工房内
(74)代理人 100078189
弁理士 渡辺 隆男
F ターム(参考) 5B087 AA09 AD02 BC01 BC32 CC09
CC26 CC33 DD06 DE07 DG02
DH04

(54)【発明の名称】 位置検出装置およびその方法

(57)【要約】

【課題】 表示されている画像の部分的な撮像範囲であ
っても、容易に表示画像上の被検出位置の位置検出を可
能とし、操作性の自由度が非常に高い、小型で軽量な位
置検出装置及びその方法を提供する。

【解決手段】 前記所定平面上の予め所定の位置に表示
された複数のマークと、前記所定平面上の被検出位置を
撮像画像の中心に合わせて、前記マークを撮像する撮像
手段1と、前記撮像手段により撮像された前記マークを
抽出するマーク抽出手段51と、前記マーク抽出手段か
ら抽出された複数のマークの中から表示されたマークの
数より少ないマークの数を特定するマーク特定手段52
と前記マーク特定手段により特定されたマーク位置に基
づいて、前記所定平面上の被検出位置を演算する位置演
算手段53とを備えた構成である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 3 次元空間内に置かれた所定平面上の被検出位置を検出する位置検出装置であって、前記所定平面上の予め所定の位置に表示された複数のマークと、前記所定平面上の被検出位置を撮像画像の中心に合わせ、前記複数のマークを撮像する撮像手段と、前記撮像手段により撮像された前記マークを抽出するマーク抽出手段と、前記マーク抽出手段から抽出された複数のマークの中から表示されたマークより少ないマークを特定するマーク特定手段と、前記マーク特定手段により特定されたマークの位置に基づいて前記所定平面の被検出位置を算出する位置姿勢算出手段とを備えたことを特徴とする位置検出装置。

【請求項 2】 前記複数のマークの配列は格子状に配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の位置検出装置。

【請求項 3】 前記複数のマークは少なくとも 4 種類の色又は幾何学的形状を用いていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の位置検出装置。

【請求項 4】 前記マーク特定手段におけるマーク特定は撮像画像中心を原点として特定することを特徴とする請求項 1 記載の位置検出装置。

【請求項 5】 前記マーク特定手段により特定された複数のマークにより、前記撮像手段の撮像面の所定平面に対する上下左右方向を判別することを特徴とする請求項 1 ~ 4 記載の位置検出装置。

【請求項 6】 前記所定平面は外部機器から画像表示する表示手段であることを特徴とする請求項 1 記載の位置検出装置。

【請求項 7】 前記外部機器はプロジェクタであることを特徴とする請求項 6 記載の位置検出装置。

【請求項 8】 前記マーク抽出手段は前記撮像手段より時系列的に撮像された画像間の差分処理に基づいてマーク抽出を行うことを特徴とする請求項 1 または 3 記載の位置検出装置。

【請求項 9】 前記平面位置姿勢算出手段は透視射影変換手段であることを特徴とする請求項 1 記載の位置検出装置。

【請求項 10】 画像を表示された表示画面上の被検出位置を検出する位置検出装置であって、被検出位置を検出する画像上に予め設けられた基準画像を含めて表示する表示手段と、前記被検出位置を検出する画像を撮像画像中心に合わせて、前記基準画像を含めて撮像する撮像手段と、前記撮像手段により撮像された基準画像に基づいて、被検出位置を検出する画像処理手段を備えたことを特徴とする位置検出装置。

【請求項 11】 画像を表示された表示画面上の被検出位置を検出する位置検出装置であって、被検出位置を検出する画像である第 1 の画面と前記第 1 の画面に対応する位置に基準画像である第 2 の画面とを表示する表示手

段と、前記第 1 の画面の被検出位置を画像中心に合わせて、前記第 2 の画面に表示された基準画像を含めて撮像する撮像手段と、前記撮像手段により撮像された第 2 の画面の基準画像に基づいて第 1 の画面上の被検出位置を検出する画像処理手段を備えたことを特徴とする位置検出装置。

【請求項 12】 前記基準画像は格子状の格子点にマークを配列したことを特徴とする請求項 10 及び 11 記載の位置検出装置。

10 【請求項 13】 前記基準画像に設けられたマークは R、G、B 色の 3 原色に基づいて構成されていることを特徴とする請求項 12 記載の位置検出装置。

【請求項 14】 前記第 2 の画面は前記撮像手段により撮像されるときには輝度状態の異なる 2 種類の画面を表示することを特徴とする請求項 11 記載の位置検出装置。

【請求項 15】 前記第 2 の画面は前記第 1 の画面に重疊されていることを特徴とする請求項 11 記載の位置検出装置

20 【請求項 16】 前記第 2 の画面の表示切替動作は第 1 の画面上の被検出位置と前記撮像手段の撮像画像中心位置と合ったとき送出される信号によって実行されることを特徴とする請求項 11 記載の位置検出装置。

【請求項 17】 3 次元空間内に置かれた所定平面上の被検出位置を検出する位置検出方法であって、前記所定平面上の予め所定の位置に複数のマークを表示する表示ステップと、前記所定平面上の被検出位置を撮像画像の中心に合わせる位置合わせステップと、前記表示された複数のマークの中から少なくとも 4 個を含めて撮像する撮像する撮像ステップと、前記撮像された前記マークを抽出する抽出ステップと、前記抽出ステップにて抽出された複数のマークの中から前記所定平面の位置姿勢を算出するためのマークを特定する特定ステップと、前記特定ステップにて特定されたマーク位置に基づいて前記所定平面の被検出位置を演算する演算ステップとを含むことを特徴とする位置検出方法。

【請求項 18】 前記所定平面は画像表示画面であることを特徴とする請求項 17 記載の位置検出方法。

40 【請求項 19】 前記抽出ステップは前記撮像手段により時系列に撮像された複数の画像間の差分処理によりマーク抽出を行うことを特徴とする請求項 17 及び 18 記載の位置検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、表示画面上の所望の指示位置を検出する位置検出装置に関し、特に表示画面に表示された基準情報を設けた画像に基づいて指示位置を検出する位置検出方法及び位置検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 最近コンピュータの表示画面に直接座標

(3)

3

入力したり、コンピュータ画面をプロジェクトアによりスクリーン上に投影しカーソル操作を行うことが頻繁に行われている。特に大画面に投影された画像上をレーザーポインタ等により指示位置を特定して、コンピュータ本体のコマンド実行操作、編集、拡大縮小などを行うことのできるポインティングデバイスが注目されている。これらの従来例として、例えば特開平2-306294号、特開平3-176718号公報、特開平4-305687号公報、特開平6-308879号公報、特開平6-332612号公報、特開平7-121293号公報、特開平7-191797、特開平10-187340号公報、特開平11-143629号公報などがあげられる。

【0003】代表的な従来例である特開平2-306294号公報は、プロジェクトアにより投影されたスクリーン、スクリーン上の被検出位置を指示するレーザーポインタ、スクリーン上に向けられレーザーポインタの輝点を検出するための固定CCDカメラから構成されている。このCCDカメラにより所定時間毎にスクリーン上のレーザー輝点を検出し、スクリーン上の輝点の位置を検出しようとするものである。

【0004】カメラにより表示画面中のマーカ画像を抽出して位置検出する位置検出装置の従来例として、特開平7-121293号公報、特開平8-335136号公報がある。特開平7-121293号公報は表示画面にマーカを定めたフレーム毎に入れ、マーカー画像のみを隣り合ったフレームの差分画像処理により抽出し、そのマーカに基づいて指示位置の位置を検出する位置検出装置が開示されている。

【0005】さらに、特開平8-335136号公報ではマーカ画像により撮像の中心位置が表示画面に入っているか否かの判定、撮像画像中のスクリーン領域のサイズと位置を演算する方法を用いている。特開平7-1913号公報は固定カメラにより表示画面上の指示位置を検出する装置であり、表示画像の予め指定された位置に表示されたマークを撮像手段により撮影し、撮影領域内の複数のマーク位置を求め、複数の指定位置とこれに対応する複数のマーク画像の位置とから位置校正情報を作成し、撮像位置やレンズ収差に起因する歪みを軽減する情報表示方法である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のマーカ画像による位置検出装置、例えば、特開平7-121293号公報及び特開平8-335136号公報では、指示者がディスプレイ画面に対して正面の位置で操作することが前提となっている。これらの方法では、位置検出装置の操作に制限があり、操作自由度が悪いものとなっている。

【0007】また、これらのマーク画像の導入方法では大画面の表示画面には対応できないという問題が生じ

(4)

4

る。また、特開平7-261913号公報は、指示点の画像位置をマーク画像位置から作成された位置校正情報を用いて補正することにより算出するものである。このように設置型のカメラでは表示画面を見る視野画面は固定であるためこのような方法が可能であるが、指示位置とカメラとが一体となった位置検出装置の場合は不可能である。

【0008】本発明の目的は、表示されている画像の部分的な撮像範囲であっても、表示画像上の被検出位置の位置検出を可能とし、操作性の自由度が非常に高い、小型で軽量な位置検出装置及びその方法を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述した問題点を解決するために、本発明の請求項1は、3次元空間内に置かれた所定平面上の被検出位置を検出する位置検出装置であって、前記所定平面上の予め所定の位置に表示された複数のマークと、前記所定平面上の被検出位置を撮像画像の中心に合わせ、前記複数のマークを撮像する撮像手段と、前記撮像手段により撮像された前記マークを抽出するマーク抽出手段と、前記マーク抽出手段から抽出された複数のマークの中から表示されたマークより少ないマークを特定するマーク特定手段と、前記マーク特定手段により特定されたマークの位置に基づいて前記所定平面の被検出位置を算出する位置姿勢算出手段とを備えたことを特徴とする。

【0010】また、本発明の請求項10では、画像を表示された表示画面上の被検出位置を検出する位置検出装置であって、被検出位置を検出する画像上に予め設けられた基準画像を含めて表示する表示手段と、前記被検出位置を検出する画像を撮像画像中心に合わせて、前記基準画像を含めて撮像する撮像手段と、前記撮像手段により撮像された基準画像に基づいて、被検出位置を検出する画像処理手段を備えたことを特徴とする。

【0011】さらに、本発明の請求項11では、画像を表示された表示画面上の被検出位置を検出する位置検出装置であって、被検出位置を検出する画像である第1の画面と前記第1の画面に対応する位置に基準画像である第2の画面とを表示する表示手段と、前記第1の画面の被検出位置を画像中心に合わせて、前記第2の画面に表示された基準画像を含めて撮像する撮像手段と、前記撮像手段により撮像された第2の画面の基準画像に基づいて第1の画面上の被検出位置を検出する画像処理手段を備えたことを特徴とする。

【0012】また、本発明の請求項17では、3次元空間内に置かれた所定平面上の被検出位置を検出する位置検出方法であって、前記所定平面上の予め所定の位置に複数のマークを表示する表示ステップと、前記所定平面上の被検出位置を撮像画像の中心に合わせる位置合わせステップと、前記表示された複数のマークの中から少な

くとも4個を含めて撮像する撮像する撮像ステップと、前記撮像された前記マークを抽出する抽出ステップと、前記抽出ステップにて抽出された複数のマークの中から前記所定平面の位置姿勢を算出するためのマークを特定する特定ステップと、前記特定ステップにて特定されたマーク位置に基づいて前記所定平面の被検出位置を演算する演算ステップとを含むことを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】図1は実施の形態に係わる位置検出装置の概念構成図である。図1はプロジェクタにより投影されているスクリーン平面上の投影画像の被検出位置P_sを操作者が任意の位置から指示し、投影画像上の被検出位置の検出を行う位置検出方法の構成概念図である。100は撮像手段を有する位置検出のための入力手段である位置検出装置本体、110はスクリーン、120はパソコン 컴퓨터、130はプロジェクタである。また、111は座標検出対象となるスクリーン上に投影されている画像である。なお、位置検出装置本体100はスクリーン平面110に対し任意な操作姿勢位置で投影画像上の被検出位置P_sを指示すことができる。破線101は位置検出装置本体100に設けられている撮像手段1の撮像面の中心から垂直に表示画像上の被検出位置まで延びている光軸である。

【0014】また、投影画像上には9個のマークK_iが投影されている。これら複数のマークは、被検出位置を検出するための基準画像であり、座標検出対象投影画像111の矩形形状を特徴付ける特徴点である。図2、図3は本発明の実施の形態に係わる位置検出装置の構成ブロック図、図4は位置検出装置本体100の構成斜視図である。

【0015】本実施の形態に係わる位置検出装置本体100は、画像処理手段5以外の位置検出装置の構成の全てを備えている構成とした。図2の構成ブロック図において、1は撮像手段であり、撮像手段はレンズ光学系と撮像素子とから構成されている。本実施の形態ではCCD撮像素子を有するデジタルスチルカメラを用いたが、ビデオカメラでもよい。

【0016】また、撮像手段1には被写体である平面上の被検出位置を特定するため予め基準位置が定められている。本実施の形態では基準位置は撮像面の中心とし、画像座標系(X-Y座標系)の原点O_mとしてある。2は撮像手段により撮像された画像データをデジタル画像データとするA/D変換手段である。3はA/D変換されたデジタル画像データはCCD撮像面の各画素に対応したアドレス毎に一時的に記憶できるフレームメモリである。

【0017】このフレームメモリは連続撮像が記憶できるように数十MB程度記憶できる容量を有している。4は制御手段である。この制御手段4はROM(不図示)を備えており、透視射影演算処理するプログラムや各種

制御プログラムなどが格納されている。

【0018】5は画像処理手段である。本実施例では図7のパソコン側にて画像処理する構成としてある。画像処理手段5は、撮像され取り込まれた画像データに基づいて、3次元空間内の平面上のいずれかに配置された矩形形状を特徴付ける特徴点を抽出する特徴点抽出手段51と、抽出された特徴点の座標位置に基づいて被検出位置演算処理を行う位置演算手段52とから構成される。

【0019】この特徴点抽出手段51には、フレームメモリに一時的に呼び込まれた画像データが矩形平面の特徴点を抽出したか否か判断する抽出判断手段(不図示)を備えている。この抽出判断手段を備えることにより、もし抽出判断手段において特徴点が抽出できなかつた場合に警告音を発し、再度画像の取り込みを操作者に指示することができる。

【0020】また、位置演算手段52は3次元空間(X-Y-Z座標系)内における撮像面に対する所定平面の姿勢位置を演算する平面姿勢演算手段521と、所定平面上の被検出位置の座標を演算する座標演算処理手段522とから構成される。図3は平面姿勢演算手段522の詳細構成ブロック図である。

【0021】平面姿勢演算手段521は、消失点算出手段5211、消失直線算出手段5212、消失特徴点算出手段5213、画像座標系変換手段5214及び透視射影変換手段5215とから構成されている。6Aは光ビーム照射手段であり、LED発光素子や半導体レーザー発生器が用いられる。光ビーム照射手段2は被検出位置を指示する視認性のある光を発するものであればよく、プレゼンテーションや会議の際、操作者が指示する箇所を特定できる汎用のレーザーポインタである。

【0022】図5は図4で示した光ビーム照射手段6Aを用いた位置検出装置本体の光学系の第1の例である。光ビーム照射手段として赤外線レーザーを用いた例である。電源がONされると60光源から61コリメータレンズで平行となったレーザー光は、62ミラーを介し、撮像光学系の中心軸上に設けられた13ミラーにより反射され所定平面上に輝点として導かれる。撮像光学系は12は撮像レンズと11はCCDとから構成されている。位置検出装置本体から出射されるポインティング用レーザーの光軸が、撮像光学系の光軸と一致するような光学系となっている。ミラー13は赤外線レーザーを反射させ、可視光を透過するようなハーフミラーである。

【0023】ポインティング用レーザーは表示画面上の被検出位置を確認できればよく、撮像時にはOFFされる。従って、ミラー13は撮像する時にはミラーアップするような機構にしても良い。光ビーム照射手段6Aにより照射された所定平面上の被検出位置が撮像面上の基準位置と合致するように、光ビーム照射手段6Aと撮像手段1とが予め決められた位置関係で設けられている。図では撮像レンズの光軸とレーザー照射光学系の光軸と

(5)

7

が一致するようにしてあるが、レーザー光は視認するだけであるので、所定平面上の輝点が被検出位置近傍にあればよく、必ずしも一致しなくてもよい。

【0024】7はレーザー照射ボタン、8はシャッターボタン（第1操作手段）である。7、8は、2段スイッチとなっており、1段目を押すと単に赤外線レーザーを照射するだけで被検出位置を指示すだけでオフされる。さらに2段目を押すことにより、撮像手段のシャッターが切れ、画像を取り込めるようになっている。

【0025】9は出力信号処理部である。本実施例のように画像処理手段5がパソコン側に備えているので、この出力処理手段では撮像された画像データをパソコン用コンピュータなどの外部機器へ送出する。出力信号処理手段9として画像データ出力信号をワイヤレス信号として送出できる送信手段を用いれば、装置の操作性は格段に広がり効果的である。

【0026】図6は、被検出位置に基準位置を合わせる方法として光照射ビーム手段に代え、視準手段6Bを備えた位置検出装置本体の光学系の第2の例である。視準手段6Bには予め撮像面上の基準位置と一致する位置に十字線74が刻まれており、この十字線の位置を被検出位置に合わせて、撮像することにより所定平面上の被検出位置が検出される。このように撮像時に視準手段を設けたファインダーや光ビーム照射手段などを用いることにより、予め定められた撮像面上の基準位置に合っている状態で撮像が行われるようにしている。従って、基準位置は撮像レンズの光軸が撮像面を切る点、すなわち、撮像画像の中心としてあるので、操作者が被検出位置に基準位置を合わせる操作を行わなくとも、表示画面を見ながら撮像手段を被検出位置の方向に向けるだけでも位置検出操作することは可能である。

【0027】本実施の形態に係わる位置検出装置本体の構成は、撮像手段1を備えた位置検出装置本体100と画像処理手段5とを別体とし、画像処理手段5をパソコンなど外部機器の内部記憶装置や外部記録媒体に備えるようにしたが、撮像手段と画像処理手段とを一体にした位置検出装置本体100としても良い。

【0028】14、15はコマンド実行出力ボタン（第2操作手段）及びポップアップメニュー表示ボタンである。第2操作手段14は通常のマウスカーソルの左クリックボタンのダブルクリックに相当し、画面上のアイコン、図、テキストなど動作対象オブジェクトにカーソル位置を合わせコマンド実行信号を送出するボタンである。

【0029】ポップアップメニュー表示ボタン15は通常のマウスカーソルの右クリックボタンに相当する。カーソル表示している位置でポップアップメニュー表示を行う動作である。本実施の形態では、通常のマウスカーソルの基本動作であるカーソル位置を決めるシングルクリック動作と対象オブジェクトにカーソル位置を合わせオブジェクトを移動させるドラッグ動作は、シャッターボタ

ン（第1操作手段）8を用いて行われる。

【0030】次に、位置検出装置本体から出力された撮像画像データやコマンド実行信号を入力するパソコン用コンピュータのブロック構成について説明する。図7はパソコン用コンピュータの構成ブロック図である。画像処理手段5の詳細な説明は前述したのでここでは省く。

【0031】120はパソコン用コンピュータ（以後パソコンと呼ぶ）本体、121はディスプレイと接続されている。130はプロジェクタであり、パソコン本体に接続され、パソコン画面をスクリーン上に投影する。その時、ディスプレイ122はなくても良い。

【0032】121は受信手段であり、位置検出装置本体から出力された撮像画像データやコマンド実行信号を受信する。位置検出装置本体から受信した被検出位置信号が含まれている撮像データは、画像処理手段にて処理され被検出位置信号として出力される。

【0033】124はカーソル動作を制御するためのカーソル制御手段（マウスドライバに相当）である。カーソル制御手段124は被検出位置信号をパソコン画面上の座標系のカーソル位置信号に変換し出力するカーソル位置制御手段125とカーソルの形状や色などを制御するカーソル表示制御手段126とを具備している。

【0034】また、カーソル制御手段126はOS（オペレーティングシステム）やアプリケーションプログラムに組み込むことができる。次に、本実施の形態に係わる位置検出装置の基本動作について説明する。図8は本実施の形態の装置の基本動作を説明するフローチャートである。

【0035】ステップS100で検出装置の電源がONする。ステップS101において3次元空間内の複数の特徴点を含む表示平面上において検出しようとする被検出位置に画像座標系の撮像面に予め定められた基準位置を合わせる。本実施の形態においては、この基準位置は撮像レンズの光軸が撮像面を切る点、すなわち、撮像画像の中心としてある。

【0036】ステップS102ではこの合わせた状態で撮像手段のシャッターボタン8をONにし、画像を取り込む。取り込まれた画像は画像データ信号処理されフレームメモリに格納され、ステップS103において予め抽出しようとする幾何学的特徴点が抽出され、画像座標系において矩形形状を特徴づける4個のマークの重心位置座標q1, q2, q3, q4が特定される。その時、ステップS104では予め定められた幾何学的特徴点が正確に抽出されたか否か判断する。正確に抽出されなかった場合、ステップS105において警告音を発し、再度撮像手段により取り込むよう操作者に伝えられる。予め定められた幾何学的特徴点が抽出されれば、次のステップS106に進む。

【0037】ステップS106では3次元空間内の所定平面の姿勢位置や被検出位置の座標位置が演算処理され

る。このステップ S 106 の詳細は後述する。ステップ S 107 では演算処理され算出された値を表示手段(不図示)や外部機器などに合わせ信号処理され出力される。

【0038】次に、画像処理手段 5 の各構成および動作について詳細に説明する。

(a) 特徴点抽出

まず最初に特徴点抽出手段 51 の詳細な構成ならびに基本動作について説明する。ここでは矩形形状を特徴づける複数のマークが特徴点に相当する。

【0039】図 2 に示すように特徴点抽出手段 51 は差分処理手段 511、二値化処理手段 512、特徴点座標特定手段 513、マーク判別手段 514、位置検出用マーク特定手段 515 から構成される。差分処理手段 511 では輝度又は濃淡の状態が異なる 2 種類の画像を撮像し、この 2 つの画像を差分処理を行う。二値化処理手段 512 では差分処理された画像を各画素毎全画素にわたり、予め決められたしきい値により二値化処理しマークを抽出する。

【0040】特徴点座標特定手段 513 では各マークの面積、重心を算出し、マーク位置座標を特定するラベリング処理が行われる。さらに、マーク判別手段 514 では算出された全マークの中から撮像画像の中心位置すなわち被検出位置に最も近いマークの面積を基準として他のマーク面積と比較し、マークとして選択するか否かを判別する。

【0041】位置検出用マーク特定手段 515 では、マーク判別手段により判別された複数のマークの中から透視射影変換手段で実行される演算のための矩形形状を特徴付ける 4 個のマークを特定する。次に、基準画像として用いる濃度(または輝度)の異なるマーク原画像の配列及び色判別について詳細に説明する。

【0042】(a 1) 基準画像及びその表示方法

本実施の形態は、予め複数の特徴点(マーク)が配置された位置検出対象表示画面の一部を撮像する際、少なくとも 4 個のマークを含むように撮像し、これら 4 個のマークの座標を検出することにより位置検出しようとするものである。

【0043】まず最初に、予め所定の位置に配置されたマーク配列及びマークを設けた基準画像の表示方法について説明する。図 9 (a), (b) は、複数のマークを設けた 2 枚の位置検出用基準画像である。図 9 (a) は画面全体に 3 × 3 格子状に 9 個の四角形状のマーク K (i = 1 ~ 9) を配置し、これら複数のマークの中から矩形形状を特徴づける少なくとも 4 個のマークが撮像できるようにしてある第 1 の位置検出用基準画像(第 1 フレーム基準画像)である。本実施例におけるこれら 9 個のマーク配列は、中心位置 K5 に 1 個 G(緑)色マーク、中心列上下位置 K2, K8 には B(青)色マーク、中心行左右位置 K4, K6 には R(赤)色マーク、4 隅

の位置 K1, K3, K7, K9 にはマゼンダ(E)を配置した。図中には、4 つの表示画面領域それぞれに τ1, τ2, τ3, τ4 を付した。また、図 9 (b) は第 1 の位置検出用基準画像のマークそれぞれに対応する位置に 9 個全て BL(黒色)マークを配置した第 2 の位置検出用基準画像である。

【0044】これら 2 枚の基準画像を含んだ画像を時系列的に画像表示し、撮像手段を設けた位置検出装置本体 100 により撮像し、これら 2 枚の撮像画像の差分処理を行うことにより複数のマークのみを検出しようとするものである。なお、基準画像にマークを設ける際、マークの形状、色、個数及び配列を位置検出対象画像の大きさやカメラ特性、撮像条件などに応じて適宜選択する。

【0045】このように 2 つの基準画像の所定の位置に複数のマークを配置することにより、表示画面全体を撮像しなくとも予め表示画面とマークとの位置関係が既知である 4 個のマークを含む一部分を撮像できれば全表示画面上の被検出位置座標を特定することができる。また同時に、位置検出しようとしている表示画面に対して位置検出装置の撮像面がどのような状態で撮像されたかが特定できる。

【0046】このような方法によれば、撮像手段に用いる撮像レンズは超広角レンズを用いることなく、低コスト化ができる。さらには、マークの個数、配列方法を工夫することにより、本実施例にとどまらず、広い分野で使用可能である。本実施例の基準画像の表示方法は、位置検出対象画面上に複数のマークが配置された基準画像が表示された状態の表示画面である。

【0047】本実施例の基準画面の表示方法は、図 1 に示すように、パソコンのウインドウ表示画面がプロジェクタによりスクリーン上の位置検出をしようとする対象画像 111 上に基準画像 K が重畠させて投影表示させてある。なお、重畠させて表示させなくとも、位置検出対象画面を第 1 のウインドウ画面、基準画像を第 2 のウインドウ画面として、撮像動作タイミングに同期させてウインドウ画面を切り替えるようにしてもよい。

【0048】(a 2) マーク抽出及び色判別

次に、これら複数のマークの中から位置検出用のマークとして少なくとも 4 個のマークを検出する特徴点抽出手段の動作について説明する。図 10 は、4 個のマークを撮像し、各マークの色判別及び座標値を特定するまでの特徴点抽出手段の動作処理フローチャートである。

【0049】ステップ S302, S303 はスクリーン上に投影されている基準画像であるマークを撮像画像として取り込む動作である。本実施例は差分画像処理方法を用いているため、色又は輝度の異なるマークを含む 2 つのフレーム画像を時系列的に撮像取り込み、矩形形状を特徴づける位置検出用マークのみを抽出することにある。

(7)

11

【0050】ステップS301では1枚目のマークを含む第1の画像の撮像取込が行われ、ステップS302では、2枚目のマークを第2の画像の撮像取込が行われる。ステップS303では、取り込まれた2枚の撮像画像について差分処理し、ステップS304ではRGB各色毎に予め決められたしきい値により2値化処理し抽出する。2値化処理された後、ステップS305で各マークの色、形状を判別し、ステップS306で各マークの重心位置を求めるための面積を計算する。

【0051】ステップS307は、ステップS306で各マークの面積が算出された後、抽出されたマークが位置検出用マークとして用いることができるか否かのマーク判別処理を行う。複数のマークを撮像する際、マークの一部しか撮像されないことがしばしば生じる。また、本実施例の撮像面はスクリーン表示面に対し任意な位置にて操作され検出されるマーク形状も透視効果の影響を受けることになり、その結果、マークの面積は撮像位置に応じて様々な値をとることになる。これらの問題に対処するために、本実施例における判別処理方法では、撮像画像中心位置に最も隣接したマーク面積(S_G)を基準にして、それぞれ複数の各マーク面積(S_{Ki})に対する比率Cを予め決めて判別するようにする方法を用いた。例えば、 $C_i (= S_{Ki} / S_G)$ が50%以下のときには抽出すべきマークとは見なさないようにする。このような方法によれば、操作位置に伴う透視効果に影響されることなく判別が可能となる。

【0052】ステップS308では位置検出するためのマークが4個以上抽出されたか否か判別される。次の、ステップS309では各マークの重心座標位置、色の判別及びマーク位置特定が行われる。マーク位置特定処理については後述する。マーク抽出処理する撮像画像データは、撮像手段から出力信号がビデオ信号である場合、マーク輝度状態が異なる第1及び第2の画像を2フレーム(1フレーム1/30sec)連続して時系列的に2枚の撮像画像である。

【0053】本実施の形態ではR(赤)、G(緑)、B(青)、E(マゼンダ)の各色マークを含んだ第1フレーム画像とBL(黒)色マークを含んだ第2フレーム画像とが撮像され、差分処理が行われる。その後に色抽出処理が行われる。ビデオ出力信号は、映像信号と同期信号とのコンポジットビデオ信号であり、A/D変換手段によりデジタル信号に変換される。変換された出力信号はマトリックス回路(不図示)によりRGB出力信号又は輝度信号/色差信号などに分離される。これら出力信号を用いて、色判別処理が行われる。本実施例ではRGB出力信号でも輝度信号/色差信号いずれの出力信号を用いてもよい。

【0054】次に、各色毎得られた差分画像を予め設定しておいた上限及び下限しきい値 Th_u 、 Th_b により2値化処理し、各色別にマークが検出される。なお、本実

12

施の形態で用いられる色抽出方法は、従来技術による方法であるので詳細な説明は省く。

【0055】どんな色抽出方法であっても、投影又は表示されているマークを撮像する場合、プロジェクタなど投影表示する機器や撮像時の使用環境などにより生じるシェーディング、ホワイトバランス、色ズレなど様々な問題により、撮像された色と所定の色とが異なることが多々生じる。このような問題に対応するため、位置検出動作の初期設定時に、使用環境に応じて上限及び下限しきい値の設定調整ができるようにしておくとよい。

【0056】なお、本実施例では4種類の色マークを用いて位置判別を行っているが、位置判別が可能であれば複数の色でなくともよい。

(a 3) マーク位置特定処理

次に、検出された複数のマークの中から4個の位置検出用マークの座標値を特定する処理について説明する。

【0057】予め基準画像に設けられた複数のマークは、表示画面に対する位置検出する操作位置、レンズ性能、撮影状態などにより大きく影響され、検出されるマークの形状、面積、個数、位置が変化する。図11、図12は、ある操作位置から複数のマークを含めて表示画面の一部を撮像した時の代表的な撮像画像の例である。

【0058】図11は、被検出位置 O_m の位置が表示画面の表示領域 τ_2 内にあり、撮像画像は表示画面全体がほぼ撮像範囲内にあるものの、特徴点としてのマークは6個検出されているものの2個全く検出されていない。残りの1個は検出されているもののマークの一部が欠けている例である。さらに、被検出位置 O_m は矩形形状を特徴づける4個のマークの範囲内にある。図中には表示画面の表示領域と非表示領域との境界線として特定されたマーク重心座標間を結ぶ直線 gu 、 gb 、 hr 、 hl を示してある。

【0059】また、図12は、被検出位置 O_m が矩形形状を特徴づける4個のマークの範囲外にある例である。本実施例では、100インチ大画面上の被検出位置を検出するために、予め定められたG色マーク1個、Rマーク2個、Bマーク2個、Eマーク4個の4色9個のマーク画像を表示する。撮像される撮像範囲が大画面の一部を撮像しても確実に4個検出できるようにし、表示画面全体のどの画面領域を撮像したものなのか、検出されたマークの数、位置、色に基づいて、表示画面に対し位置検出装置本体がどのような姿勢で撮像されたのかを的確に判別処理しなければならない。

【0060】図13は、位置演算のために用いる4個のマークの位置特定処理するためのマーク特定手段の基本的な処理を行うフローチャートである。この処理では、図10のマーク検出処理で検出されたマークのうち同じ色マークが複数個検出された場合、マークが表示画面上どの位置のマークであるのかを特定する。図10の検出処理において検出マークは、必ず4個以上検出され、

しかも少なくともそれら4個の色は異なる1個が検出されていなければならない。

【0061】G色マークは予め基準画像の中心に1個しか配置していないので、図28にて検出され、座標特定はされる。しかしながら、検出されたRマーク、Bマーク及びEマークは、予め基準画像に複数個配置されているため、表示画面上のどの位置のマークであるかを特定しなければならない。

【0062】ステップS3100は検出されたR色マークが表示画面上のどの位置のマークかを特定する処理である。次のステップS3200は、ステップS3100と同様にB色マークを特定する処理である。ステップS3300は検出されたE色マークを特定する処理である。これらR、B及びE色マークの特定処理については後述する。

【0063】次のステップS3400は、被検出位置として撮像画像の中心が表示画面上のどの領域に属しているのかを特定する処理である。図中には9個のマークが表示された画面を4個のマークで規定される4つの領域 $\tau_1 \sim \tau_4$ を示した。ステップS3500は、複数個検出されたマークのうち被検出位置演算のためにどの4個を用いるかを特定する処理である。

【0064】図14、図15は、検出されたR色及びB色マークの特定処理のフローチャートである。図14は基準画面に表示されたR色マークは2個であり、そのうち少なくとも1個を検出される。そのR色マークが、表示画面上のどの位置のR色マークなのかを特定処理するフローチャートである。

【0065】検出された少なくとも1個のR色マークの表示画面上の位置を特定する処理について説明する。今2個のR色マークが検出されたとし、それぞれのマークの画像座標上で (X_{ri}, Y_{ri}) とする。このとき $i = 1, 2$ である。2個のR色マークは、スクリーン座標系のX軸に平行に表示画面中心位置を通る直線上に配置されている。そのため、ステップS323では、表示画面上の中心位置にあるG色マークの画像座標 (X_g, Y_g) の X_g 座標を基準にして、Rマークが右側の位置にあるマークか左側かを判別される。

【0066】ステップS314及びS315において $X_g < X_{ri}$ であれば K_6 の位置するR色マークであり、 $X_g > X_{ri}$ であれば表示画面の K_4 に位置するR色マークであることが特定される。図15はB色マークの表示画面上の位置特定処理のためのフローチャートである。2個のB色マークは、スクリーン座標系のY軸に平行に表示画面中心位置を通る直線上に配置されている。そのため、ステップS323の判別は、G色マークの画像座標 (X_g, Y_g) の Y_g 座標を基準にして行われる。他の処理は図32のRマークと同様であるので省略する。

【0067】図16は表示画面の4隅に位置するように予め基準画面に設けられたE色のマークのうちどの位置

のE色マークなのかを特定処理するフローチャートである。撮像画像上で得られたE色マークの座標データを (X_{ei}, Y_{ei}) とする。iは検出されたE色マークの個数である。

【0068】ステップS331は、位置判別のための直線式を算出するステップである。直線式は、R色マーク座標とG色マーク座標とを結ぶスクリーン座標系のX軸に平行な直線 g_c とB色マーク座標とG色マーク座標とを結ぶスクリーン座標系のY軸に平行な直線 h_c との2つの式に基づいて、E色マークの位置判別が行われる。

【0069】ステップS334では、検出されたEマークが表示画面の下側すなわち直線 g_c の下側にあるか否かを判別直線 g_c により判別する。すなわち、E色マークの座標値を判別式に代入し、 $Y_{ei} > a_c X_{ei} + b_c$ であるならばE色マークは表示画面下側にあると判断されたならばステップS336に進み、表示画面右側にあるか否かを直線 h_c により判別する。すなわち、 $Y_{ei} < d_c X_{ei} + e_c$ (ここで $d_c > 0$ である) 時、そのE色マークは表示画面の下側の右側、すなわち基準画面の表示領域 τ_2 のK7に位置するEblであると特定される。また、ステップS334にて $Y_{ei} < a_c X_{ei} + b_c$ 、すなわち表示画面上側と判別された場合ステップS335に進み、左側か右側かが直線式 h_c により判別される。 $Y_{ei} < d_c X_{ei} + e_c$ 、すなわち表示画面の上左側と判別されたならば、そのE色マークは基準画面K1に位置するEulマークと判別される。また、 $Y_{ei} > d_c X_{ei} + e_c$ と判別された場合には表示画面の上右側と判別され、E色マークは基準画面K3に位置するEurマークと特定される。

【0070】以上の処理により、複数個検出されたR色、B色及びE色マークは、順次処理特定される。次に、図13のステップS3400の被検出位置の表示画面上のどの領域に位置するかを決める処理について説明する。

【0071】本実施の形態では検出すべき表示画面上の被検出位置を撮像画像中心として検出しており、被検出位置の算出には、その撮像中心を原点 $O_m(0, 0)$ とする画像座標系を用いて行われる。従って、この原点が表示画面上のどの領域にあるかの処理は、図16でのE色マークの表示画面上の位置の特定処理と同じフローチャートを用いることができる。位置判別はステップS331直線式の (X, Y) に原点 $(0, 0)$ を代入した値にて行われる。たとえば、ステップS337のEbl(K7)が特定されるまでのステップは、被検出位置がK7に位置する表示画面領域 τ_3 内にあると特定される。このようにして、被検出位置としての撮像中心が表示画面上の位置であるかが特定される。

【0072】次に、表示画面上の被検出位置を演算に用いる位置検出用マーク4個を特定する処理について説明する。本実施例ではG色、R色、B色及びE色の各色マーク1個ずつ4個のマークが特定できれば、撮像面に対

(9)

15

する表示画面の姿勢が検出でき、被検出位置の特定される。すなわち、G色、R色、B色及びE色の4個で規定される表示画面領域 τ_1 、 τ_2 、 τ_3 、 τ_4 のいずれかを選択されればよいことになる。図11に示したように、被検出位置が表示画面領域 τ_3 内にあり、 τ_3 を規定する4個のマークが検出されていなくても、表示画面領域 τ_2 を規定する4個のマークが検出されていれば被検出位置の演算は可能である。

【0073】次に、被検出位置である画像中心が表示画面外か否かを判断する処理について図17に基づいて説明する。ステップS351では特定された複数のマークの座標に基づいて、表示画面有効範囲内外の境界線を示す表示画面のスクリーン座標系X軸に平行な直線式 g_b 、 g_u とY軸に平行な h_r 、 h_l を算出する。これら4つの式に基づいて被検出位置が表示画面内か否かが行われる。

【0074】すでに図16において被検出位置の表示画面領域が特定されているので、ここではその領域における表示画面内か否かの判別は2つの直線式にて行われる。ステップS352では表示画面領域 τ_2 に被検出位置があれば、判別式 $b_b \leq 0$ かつ $e_r \leq 0$ であれば表示画面内 τ_2 にると判断され、表示画面外と判断される。ステップS360においてエラー表示や警告音により警告され、再度撮像取り込み操作を行う処理に進む。

【0075】被検出位置が表示画面領域 τ_1 、 τ_3 、 τ_4 にある場合、それぞれステップS354の判別直線式 g_u と h_r 、ステップS356の判別直線式 g_b と h_l 、ステップS358の判別直線式 g_u と h_l に基づいて、それぞれ表示画面外か否かが判断される。

【0076】このように表示画面上に格子状の格子点にマークを配置することにより、表示される画面全体を撮像しなくとも一部分の撮像画像でも被検出位置の座標を特定できるようになる。また、これらのマークの色、形状などの配列を工夫することにより、位置検出装置本体が取り込む撮像画像の上下方向判断ができると共に、位置検出装置本体の操作範囲が格段に広がる。さらに、撮像レンズの性能負荷が軽減でき、低コスト化が可能となる利点がある。

(b) 位置演算処理

矩形状を特徴づける位置検出用マーク4個が特定されたので、この4個のマークの座標値に基づいて撮像面上の座標特定とされた結果に基づいて、所定平面上に投影された表示画像上の被検出位置 P_s の位置演算を行うことができる。

【0077】これら4個のマークに対する被検出位置 P_s の座標演算処理について具体的に説明する。図18は3次元空間内に置かれた所定平面上の被検出位置を演算処理する具体的な手順を示したフローチャートである。図8の基本動作フローチャートのステップS106の動作の詳細である。

16

【0078】図19は位置検出装置本体100の撮像面をX-Y座標系(画像座標系と呼ぶ)とし、画像座標系の中心から垂直に延びる軸をZ軸とするX-Y-Z座標系を有する3次元空間における画像座標系と所定平面上のX*-Y*座標系(平面座標系と呼ぶ)との姿勢位置関係を示したものである。視点Oは画像座標系の原点O_mから焦点距離 f の位置である。X-Y-Z座標系のX軸回りの角度 ϕ 、Y軸回りの角度 γ 、Z軸回りの角度 α または β とする。これらの角度回りはいずれも時計回りを正としている。

【0079】図20及び図21には、操作者が任意の位置から位置検出装置本体に設けられた撮像手段100の撮像方向を矩形形状である所定平面に向けて撮像した撮像画像 q を示した。図には、撮像された画像は平面上の座標位置である被検出位置 P_s を撮像面に設定された基準位置(撮像面の原点O_m)に合致させてある。これら4個の特徴点 q_1 、 q_2 、 q_3 、 q_4 は、図1の平面座標系X*-Y*座標系におけるQ1、Q2、Q3、Q4に対応する。

【0080】被検出位置を示す基準位置が4個の特徴点が形成される形状(矩形形状)の範囲外であっても良い。図21は、被検出位置とした撮像画像中心が所定平面上にある4個の特徴点で形成される矩形形状範囲内に含まれない例である。

(b 1) 平面の姿勢演算処理

被検出位置を演算するための第1のステップである平面の姿勢算出処理について、図18のフローチャート及び図3の構成ブロック図、図19～図26を参考にしながら説明する。

【0081】まず最初に、ステップS111では、すでに特徴点抽出手段の特徴点特定手段において特定された q_1 、 q_2 、 q_3 、 q_4 の座標位置に基づいて、撮像画像 q の相隣接する特徴点を通る直線式 I_1 、 I_2 、 I_3 、 I_4 を算出する。次に、ステップS112ではこれら直線式を用いて撮像画像データの消失点 T_0 、 S_0 を算出する。

(ステップS111とS112は図3の構成ブロック図の消失点算出手段5211の処理に相当する)

矩形形状を有する平面を撮像すると撮像画像には必ず消失点が存在する。消失点とは平行群が収束する点である。例えば、直線 Q_1Q_2 に対応する撮像面上の直線 q_1q_2 と直線 Q_3Q_4 に対応する直線 q_3q_4 、 q_1q_4 、また右辺 Q_1Q_4 と q_2q_3 とが完全に平行であれば消失点は無限遠に存在することになる。無限遠に存在するとき、その方向には透視射影されても透視効果は現れない。

【0082】本実施の形態では3次元空間内に置かれた平面形状は矩形形状である。従って、物体座標系では2組の平行を有し、画像座標系の撮像画像上ではX軸側、Y軸側のそれぞれに消失点が1つ存在することになる。図20には任意の位置で撮像したときの撮像データ上で

消失点の位置を示してある。X軸側に生じる消失点をS0、Y軸側に生じる消失点をT0としてある。 $q_1 q_2$ と $q_3 q_4$ との延長した直線の交点が消失点の位置である。

【0083】ステップS113では消失点S0、T0を求めた後、これら消失点と撮像画像の中心Omとを結んだ直線OmS0、OmT0を算出し、これら直線によって特徴付けられる特徴点 q_{s1} 、 q_{s2} 、 q_{t1} 、 q_{t2} を求める処理を行う。(ステップS113は図3の消失直線算出手段5112で実行される処理である)

消失点S0、T0と撮像データ中心Omとを結んだ各消失軸S0Om、T0Omが、相隣接する2つの特徴点を通る直線 $q_1 q_2$ 、 $q_3 q_4$ 、及び $q_2 q_3$ 、 $q_1 q_4$ と交わる交点 $q_{t1}(X_{t1}, Y_{t1})$ 、 $q_{t2}(X_{t2}, Y_{t2})$ 、 $q_{s1}(X_{s1}, Y_{s1})$ 、 $q_{s2}(X_{s2}, Y_{s2})$ を算出する。 q_{t1} 、 q_{t2} 、 q_{s1} 、 q_{s2} が算出された後の説明において、S0Om、T0Om、 $q_{t1} q_{t2}$ 、 $q_{s1} q_{s2}$ いずれも消失直線と呼ぶこととする。

【0084】消失直線 $q_{t1} q_{t2}$ 、 $q_{s1} q_{s2}$ は、平面上で被検出位置Psを基準とする各々互いに直交した直線に対応し、被検出位置を算出するための基準直線となる。すなわち、画像座標系(X-Y座標系)の各特徴点 q_{t1} 、 q_{t2} 、 q_{s1} 、 q_{s2} は、図1の平面座標系(X*-Y*座標系)における所定平面の特徴点T1、T2、S1、S2に対応する。

【0085】ステップS112の消失点算出処理において、X-Y画像座標系(X-Y座標系)のX軸方向に消失点が無限遠に存在すると判断された場合は、消失直線はX軸と平行な直線となる。次に、ステップS114に進む。ステップS114では、画像座標系(X-Y座標系)のX軸がX軸側の消失直線OmS0に一致するようにOmを中心で角度 β 度回転させ、X'-Y'座標系とする座標変換処理を行う。このとき、画像座標系のY軸がY軸側の消失直線OmT0に一致するようにOmを中心で角度 α 度回転させ、X''-Y''座標系とする座標変換処理でも良い。本実施の形態で用いる処理はいずれか一方で十分である。(ステップS114は図3の画像座標系変換手段5214で実行される処理である)

図22は、画像座標系(X-Y座標系)を時計回りを正として β 度回転させ、X'-Y'座標系、X''-Y''座標系にそれぞれ画像座標変換処理を説明する図である。

【0086】これらの画像座標系回転操作は3次元空間(X-Y-Z座標系)におけるZ軸回りの回転に相当し、3次元空間内におかれた所定平面の姿勢位置を表すパラメータの1つを決める操作である。このように消失直線 $q_{s1} q_{s2}$ (またはOmS0)をX軸上に一致させることにより3次元空間内に置かれた所定平面上の直線Q1Q2、Q3Q4はX軸と平行な位置関係となる。

【0087】次のステップS115において、得られた撮像画像上のX-Y座標変換後のX'-Y'座標系にお

ける位置座標を基に、画像座標系X'-Y'系の特徴点 q_1 、 q_2 、 q_3 、 q_4 及び q_{t1} 、 q_{t2} 、 q_{s1} 、 q_{s2} の座標位置に対する平面座標系を有する所定平面上の特徴点Q1、Q2、Q3、Q4及びT1、T2、S1、S2の各座標位置の対応づけを行う。これらの対応付けは幾何学的手法を用いた透視射影変換処理を行うことによりなされる。この透視射影処理は、撮像面を基準にした3次元空間(X-Y-Z座標系)内の撮像面に対する所定平面の姿勢を算出する処理になり、すなわち、平面の姿勢を決定する2つのパラメータであるY軸回りの角度 ϕ とX軸回りの角度 γ を算出する処理となる。なお、透視射影変換処理の詳細は(b2)項にて後述する。(ステップS115は図3の透視射影変換手段5123において実行される処理である)

次のステップS116は、ステップS115で算出された所定平面の姿勢パラメータに基づいて、平面座標系(X*-Y*座標系)上での被検出位置Psの座標位置を算出する。被検出位置座標の算出の詳細は(b3)、(b4)項にて後述する。

【0088】(b2)透視射影変換処理

ここで、撮像面の画像座標系(X-Y座標系)において矩形形状を特徴づける4個の特徴点の座標が特定された結果に基づいて、3次元空間内に置かれた撮像面に対する所定平面の姿勢パラメータ(俯角 ϕ 、仰角 γ)を算出するための透視射影変換処理について説明する。

【0089】まず最初に、図23に基づき2次元透視射影変換について簡単に説明する。図23では横軸をZ軸、縦軸をY軸としてある。Oは透視射影変換する際の原点である(以下、透視点と呼ぶ)、1はX-Y座標系を有する撮像面、2は2次元平面である。図では透視点Oを原点とし横軸をZ軸、縦軸を撮像面X-Y座標系のY軸に一致させてある。いいかえれば、撮像面のX軸は紙面に垂直方向にあり、撮像面の中心をZ軸に一致させてある。この撮像手段が備えているレンズ光学系の焦点距離をfとする。撮像面1は透視点Oから焦点距離fの位置にZ軸上に垂直に置かれていることになる。実際に撮像面の前面位置にはレンズ光学系が置かれ、撮像面には2次元平面の倒立像が結像する構成となっているが、ここでは説明し易くするために便宜上、CCD撮像面の後方焦点の位置に配置する構成としてある。

【0090】また、X*-Y*平面座標系を有する所定平面2が、Y軸に対して角度 γ 度傾いた姿勢にあるとした。X-Y座標系を有する画像座標系の各特徴点各 q_i ($i=1, 2$)は、X*-Y*座標系を有する所定平面上の対応する特徴点 Q_i ($i=1, 2$)に幾何学的な対応付けにより透視射影変換される。その変換式は数1で表される。

【0091】

【数1】

(11)

19

$$Y^* = \frac{Y \cdot f}{f - Y \cdot \tan \gamma}$$

$$Z^* = \frac{f^2}{f - Y \cdot \tan \gamma}$$

【0092】従って、特徴点 $Q_i(Y^*i, Z^*i)$ ($i=1, 2$) の座標位置は、それぞれ次の数2で表される。

【0093】

【数2】

$$Q_1(Y^*_1, Z^*_1) = \left(\frac{Y_1 \cdot f}{f - Y_1 \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y_1 \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$Q_2(Y^*_2, Z^*_2) = \left(\frac{Y_2 \cdot f}{f - Y_2 \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y_2 \cdot \tan \gamma} \right)$$

【0094】次に、3次元空間内に置かれた撮像面に対する所定平面の位置姿勢を算出する透視射影変換処理について具体的に説明する。図24は、3次元空間内(X-Y-Z座標系)に置かれた所定平面の位置姿勢を説明する斜視図である。図では所定平面の1/4矩形を示しており、撮像面上の所定平面上の特徴点の位置座標 $Q_1(X^*_1, Y^*_1)$ 、 $Q_2(X^*_2, Y^*_2)$ に対応する特徴点座標点 $q_1(X_1, Y_1)$ 、 $q_2(X_2, Y_2)$ が示されている。

【0095】図には平面座標系(X*-Y*座標系)における被検出位置 P_s を通り、それぞれの軸に平行な直線と隣接する2つの特徴点を通る直線との交点である T

20

1、 T_2 それに S_2 の3点の位置座標が示されている。これら図示されている特徴点 T_1 、 T_2 、 S_2 それに不図示の S_1 は、撮像画像座標上では消失直線によって特徴付けられた特徴点 q_{t1} 、 q_{t2} 、 q_{s2} および q_{s1} に対応する。

【0096】 $Q_3(X^*_3, Y^*_3)$ 、 $Q_4(X^*_4, Y^*_4)$ に対する座標点 $q_3(X_3, Y_3)$ 、 $q_4(X_4, Y_4)$ については省略してある。本実施の形態では、図中の画像座標系の原点 $O_m(0, 0, f)$ は撮像画像の中心位置とし、この中心位置は撮像しようとする所定平面上の被検出位置としてある。3次元空間X-Y-Z座標系の原点 $O(0, 0, 0)$ は、透視射影変換処理する際の透視点としてある。 f は焦点距離である。

【0097】所定平面の撮像面に対する位置関係は、X軸回りを撮像面の原点 O_m を中心としてX軸回りに角度 $+\phi$ 、Y軸回りに角度 $+\gamma$ である。これらいずれの角度も時計回りを正としてある。この図ではZ軸回りの回転操作(X-Y座標系を $+\beta$ 度回転)した結果が示してある。

【0098】本実施の形態では、撮像画像(X-Y座標系)上の特徴点 q_1 、 q_{t1} 、 q_{s2} の座標データに基づいて、これらの特徴点に対応する所定平面(X*-Y*座標系)上の特徴点 Q_1 、 T_1 および S_2 の座標位置を透視射影変換により算出した。図25は図24に示した3次元空間内(X-Y-Z座標系)に置かれた所定平面をX'-Y'-Z'座標投影平面($Y' = 0$)上に正投影した図である。X'-Y'-Z'座標系はX-Y-Z座標系を回転座標変換したものである。X'-Z'座標投影平面上($Y' = 0$)には直線 $S_1 S_2$ のみが存在している(太線で図示)。X'-Z'座標系の原点 O_m と透視点 O の距離は、撮像レンズの焦点距離 f の位置である。各特徴点について透視射影変換により、対応付けを行った、平面座標系における各特徴点の座標位置をX'-Y'座標系における位置座標で表現した結果は、数3、数4で表される。

【0099】

【数3】

(12)

21

$$T_1(Y^*_{t1}, Z^*_{t1}) = \left(\frac{f \cdot Y^*_{t1}}{f - Y^*_{t1} \cdot \tan \gamma}, \frac{f}{f - Y^*_{t1} \cdot \tan \gamma} \right)^{22}$$

$$T_2(Y^*_{t2}, Z^*_{t2}) = \left(\frac{f \cdot Y^*_{t2}}{f - Y^*_{t2} \cdot \tan \gamma}, \frac{f}{f - Y^*_{t2} \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$S_1(Y^*_{s1}, Z^*_{s1}) = \left(\frac{f \cdot Y^*_{s1} \cdot \tan \gamma}{Y^*_{s1} + f \cdot \tan \gamma}, \frac{f \cdot \tan \gamma}{Y^*_{s1} + f \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$S_2(Y^*_{s2}, Z^*_{s2}) = \left(\frac{f \cdot Y^*_{s2} \cdot \tan \gamma}{Y^*_{s2} + f \cdot \tan \gamma}, \frac{f \cdot \tan \gamma}{Y^*_{s2} + f \cdot \tan \gamma} \right)$$

【0100】

* 20 * 【数4】

$$Q_1(X^*, Z^*) = \left(\frac{X_1}{X_2} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_2}{f \cdot \tan \phi - X_1} \cdot X^*_{s1}, \frac{f}{X_2} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_2}{f \cdot \tan \phi - X_1} \cdot X^*_{s1} \right)$$

$$Q_2(X^*, Z^*) = \left(\frac{X_2}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_1}{f \cdot \tan \phi - X_2} \cdot X^*_{s2}, \frac{f}{X_2} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_1}{f \cdot \tan \phi - X_2} \cdot X^*_{s2} \right)$$

$$Q_3(X^*, Z^*) = \left(\frac{X_3}{X_4} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_4}{f \cdot \tan \phi - X_3} \cdot X^*_{s1}, \frac{f}{X_3} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_4}{f \cdot \tan \phi - X_3} \cdot X^*_{s1} \right)$$

$$Q_4(X^*, Z^*) = \left(\frac{X_4}{X_3} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_3}{f \cdot \tan \phi - X_4} \cdot X^*_{s2}, \frac{f}{X_4} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_3}{f \cdot \tan \phi - X_4} \cdot X^*_{s2} \right)$$

【0101】また、図26は図24に図示した所定平面をY' - Z' 座標投影平面 (X' = 0) の上に正投影した図である。Y' - Z' 座標投影平面 (X' = 0) 上には直線T1T2のみが存在する。図中には所定平面上の特徴点T1とQ1に対応する撮像画像上の特徴点q_{t1}とq₁のみを図示してあり、Q2、Q3、Q4に対応する撮像画像上の特徴点は略してある。Y' - Z' 座標投影平面上

における透視射影変換処理は、先に行ったX' - Z' 座標投影平面上での処理と同様な処理を行い、q_{t1}とq₁に対応する平面上の特徴点T1、Q1の座標位置を算出する。

【0102】数5には、T1、Q1の座標位置を示した。

【0103】

【数5】

(13)

23

$$T_1' (Y_{11}', Z_{11}') = \left(\frac{f \cdot Y_{11}'}{f - Y_{11}' \tan \gamma}, \frac{f}{f - Y_{11}' \tan \gamma} \right)$$

24

$$Q_1' (Y_1', Z_1') = \left(\frac{Y_1}{f - Y_1' \tan \gamma} \cdot Z_{12}', \frac{f}{f - Y_1' \tan \gamma} \cdot Z_{12}' \right)$$

$$= \left(\frac{f \cdot X_{12} Y_1}{(f - Y_1' \tan \gamma)(X_{12}' \tan \phi + 1)}, \frac{f}{(f - Y_1' \tan \gamma)(X_{12}' \tan \phi + 1)} \right)$$

【0104】図25、図26の平面座標系の特徴点T1及びQ1の座標算出処理に着目する。X' - Z' 座標投影平面とY' - Z' 座標投影平面の2つの座標面に対して透視射影変換処理した結果、特徴点 q_{t1} と q_1 に対応する平面座標上の特徴点 T1及びQ1の座標値が得られる。

【0105】図25からはT1 ($X*t1, Z*t1 | x$) と Q_1 ($X*t1, Z*t1 | x$)、図26からはT1 ($Y*t1, Z*t1 | y$) と Q_1 ($Y*t1, Z*t1 | y$) がそれぞれ得られる。3次元空間内 (X' - Y' - Z' 座標系) に置かれた所定平面を正投影したX' Z' 投影平面 (図25)、Y' Z' 投影平面 (図26)において、Z' 軸に関する座標値は各投影平面座標では同じ値をとり、次の関係にある。

【0106】 $Z*t1 | x = Z*t1 | y$
 $Z*t1 | x = Z*t1 | y$

上記の条件式から次の2つの関係式数6、数7を得ることができる。

【0107】

【数6】

$$\tan \phi = \frac{X_{11}' X_{12}' Y_1}{X_{11}' Y_1 + X_{12}' Y_{11}' - X_1' Y_{11}'} \cdot \frac{1}{f}$$

【0108】

【数7】

$$\tan \gamma = \frac{1}{\tan \phi} \cdot \frac{X_{11}'}{Y_{11}'}$$

【0109】上記結果、3次元空間内に置かれた所定平面の姿勢パラメータが画像座標系の特徴点の座標 q_i 、 q_{ti} または q_{si} と撮像レンズの焦点距離とにより簡単な関係式で表現されることがわかった。平面の位置姿勢を表す関係式は、数6及び数7に代え、次の関係式数8及び数9であっても良い。

【0110】数8及び数9示したY軸回りの角度 ϕ の回

転方向は、数6及び数7と逆である。

【0111】

【数8】

$$20 \quad \tan \psi = \frac{Y_1 - Y_{11}}{X_{11} Y_1 - Y_{11} X_1} \cdot f$$

【0112】

【数9】

$$\tan \gamma = - \frac{1}{\tan \psi} \cdot \frac{X_{11}'}{Y_{11}'}$$

【0113】これらの関係式に用いられている特徴点 q_i は、撮像画像で得られた特徴点 q_i ($i=1 \sim 4$) の1点とこれら4この特徴点から算出された消失点を用いて決定された特徴点 q_{ti} または q_{si} を用いて表現されている。本実施の形態の手順では撮像手段により得られた画像データから得られた消失直線 $q_{s1} q_{s2}$ をX軸に一致するように、X-Y座標系を β 度回転させX' - Y' 座標系に変換した場合について説明した。もう一方の消失直線 $q_{t1} q_{t2}$ をY軸に一致するように、X-Y座標系をX' - Y' 座標系に変換して行っても、数式表現は異なるが同様な結果が得られる。

【0114】途中の式は省略し結果のみを数10、数11に示した。

【0115】

【数10】

$$\tan \phi = \frac{Y_{12}''}{X_{12}'' \cdot \tan \gamma}$$

【0116】

【数11】

$$\tan \gamma = \frac{X_{12}'' - X_1''}{X_{12}'' \cdot Y_1'' - X_1'' \cdot Y_{12}''} \cdot f$$

50

【0117】数10、数11では位置姿勢角度パラメータ ϕ は q_1 と q_2 の2つの座標値のみで表現されたものを示した。一般に、画像座標系の特徴点の座標位置は画素数で表現され、数6～数11式中に換算係数としてCCD撮像素子の画素サイズが必要となることはいうまでもない。

【0118】以上、説明したように、平面座標系の平面の姿勢パラメータである角度算出式は撮像画像から算出された特徴点の座標データと撮像手段のパラメータである焦点距離 f だけで表現された簡単な関係式となっている。従来のような煩雑な座標変換行列式を用いることなく、平面の姿勢パラメータを算出する式が、簡単な式で表現されているため、演算処理能力が低くてもよい、演算誤差が少なくなり精度的に有利などの利点がある。強いては、装置の低コスト化にもつながる。

【0119】さらに、平面の相対姿勢を算出する場合には、平面座標系における平面形状が定性的に矩形形状であるということが既知であればよく、矩形形状のアスペクト比や矩形形状を特徴付ける座標位置データ、撮像面*

$$m_x = \frac{\overline{OS_1}}{\overline{OS_2}} = \frac{|\overline{X_{s1}}|}{|\overline{X_{s2}}|} \cdot \frac{|K \cdot X_{s2} \cdot \tan \psi + f|}{|K \cdot X_{s1} \cdot \tan \psi + f|}$$

$$m_y = \frac{\overline{OT_1}}{\overline{OT_2}} = \frac{|\overline{X_{t1}}|}{|\overline{X_{t2}}|} \cdot \frac{|f \cdot \tan \psi - X_{t2} \cdot K|}{|f \cdot \tan \psi - X_{t1} \cdot K|}$$

K:スケールファクター（画素サイズ）

【0124】また数13は、軸比 m_y 、 m_y を用いた式であり、X-Y座標系を α 度回転し $X' - Y'$ 座標系に変換した場合である。

$$m_y = \frac{\overline{OS_1}}{\overline{OS_2}} = \frac{|\overline{Y_{s1}}|}{|\overline{Y_{s2}}|} \cdot \frac{|Y_{s2} \cdot K - f \cdot \tan \gamma|}{|Y_{s1} \cdot K - f \cdot \tan \gamma|}$$

$$m_y = \frac{\overline{OT_1}}{\overline{OT_2}} = \frac{|\overline{Y_{t1}}|}{|\overline{Y_{t2}}|} \cdot \frac{|f - K \cdot Y_{t2} \cdot \tan \gamma|}{|f - K \cdot Y_{t1} \cdot \tan \gamma|}$$

【0126】このように、被検出位置の座標は、平面姿勢パラメータ ϕ もしくは γ のいずれか一方が算出できれば、求めることができる。

(b)4) 全表示画像上における被検出位置 P_s の座標演算

以上説明した位置演算は、4個のマーク（特徴点）を特定し、これら4個での規定される平面座標における被検

*と所定平面までの距離データなど平面に関する位置データは必要ないという利点がある。

【0120】(b)3) 座標位置演算処理

透視射影変換処理により算出された3次元空間内の所定平面の姿勢パラメータに基づいて、平面座標系(X*-Y*座標系)における所定平面上の被検出位置座標を座標演算処理手段522により演算する。

【0121】平面座標系X*-Y*座標系における所定平面上の被検出位置は、横軸比 $m_i = |S1Ps| / |S2Ps|$ 、縦軸比 $n_i = |T1Ps| / |T2Ps|$ で算出される。数6及び数7の姿勢パラメータに対応した所定平面の被検出位置 P_s (X*i, Y*i)の算出式は、X軸比 m 及びY軸比 n で表現すると、数12、数13で表される。これらいずれの式を用いても良い。

【0122】数12は軸比 n_x 、 m_x を用いた式であり、X-Y画像座標系を β 度回転し $X' - Y'$ 座標系に変換した場合である。

【0123】

【数12】

【0125】

【数13】

※

出位置を特定することができた。

【0127】次に、これら撮像面上にて特定された位置検出用の4個のマーク（特徴点）が、複数のマークが配置されている所定平面（例えば、スクリーン平面、壁面）上のどのマークに対応しているかが決定できれば、全投影画像上のスクリーン座標系における被検出位置の座標が簡単に算出できる。

(15)

27

【0128】図27は、図27(a)投影画像のX*-Y*座標系と図27(b)パソコン原画像のU-V座標系との関係を説明する図である。図27(a)にはスクリーン画像の一部を位置検出装置本体の撮像手段にて撮像された範囲、すなわち撮像画像qを示してある。この図では説明を簡単にするため、スクリーン画像に対し、位置検出装置本体の撮像面は正位置(仰角0度、俯角0度)に向けて撮像された例とした。従って、スクリーン画像の座標系であるX*-Y*座標系と撮像面上での座標系X-Y座標系とは被検出位置Psを原点Omとして重なって*¹⁰

$$Ps(U, V) = \left(\frac{2m+1}{m+1} \cdot \frac{U_{max}}{2} - \frac{m}{m+1} \cdot \epsilon_3, \frac{n+2}{n+1} \cdot \frac{V_{max}}{2} - \frac{1}{n+1} \cdot \epsilon_4 \right)$$

【0131】ここでスクリーン座標系上で横軸比m=|S1Ps|/|S2Ps|、縦軸比n=|T1Ps|/|T2Ps|である。また、被検出位置が4個のマークによって規定される表示画面領域τ₁にある場合であったが、他の表示画面領域τ₂、τ₃、τ₄いずれの領域であつても、同様な処理が可能である。

【0132】このように全表示画面のどの領域を用いたかマーク識別から判別して特定する方法は、本実施の形態で説明した表示画像に限らず、予め所定の位置に配置された複数の特徴点を有する平面上の一部を検出し、全体の位置を算出する幅広い用途に用いることが可能である。

【0133】

【発明の効果】以上の説明したように、本実施の形態において、撮像面の基準位置を中心位置に設けたので、撮像レンズの焦点距離と矩形形状を特徴づける4個の画像位置データとの少ないパラメータを用いた簡単な関係式により、3次元空間内の矩形平面の位置姿勢及び被検出位置の算出を可能とした。そのため、位置検出精度の高い位置検出が、非常に早い演算処理で、容易に実現できる。しかも簡単な装置構成であるので、場所を選ばず手軽に位置検出が行える。

【0134】また、本発明の実施の形態によれば、3次元空間内の表示画面の基準画像に設けられた全てのマークを撮像しなくとも、矩形形状を特徴づけるマークの個数が最小個数で規定される表示画面領域の一部分を撮像できれば、それらの特徴点の画像データから被検出位置を簡単に算出できる。そのため、表示画面の大きさに応じて矩形形状を特徴づける最小単位格子形状の大きさを決めることにより、本発明の位置検出装置の操作範囲は格段に広がるとともに撮像レンズ性能の負担も軽減される。

【0135】さらに、本実施の形態の位置検出装置は、予め表示画面上にセンサを設けることなく位置検出が可能であるため、壁面に投影された画像の位置検出が実現できた。また、本実施の形態の位置検出装置は、表示画面に対しどのような位置からも位置検出が可能な従来に

28

* 図示されている。

【0129】すでに、これらの関係から撮像面上で特定されたK3(Q1)、K6(Q2)、K5(Q3)、K2(Q4)の4個のマーク座標値に基づいて、スクリーン座標系での被検出位置Ps(X*, Y*)は、原画像のカーソル座標系であるU-V座標系における被検出位置Ps(Ui, Vi)へと次式により簡単に変換できる。

【0130】

【数14】

ない新しい位置検出方法であるため、様々な分野における用途の拡大が期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態に係わる位置検出装置の概念構成図。

【図2】本実施の形態に係わる位置検出装置の構成ブロック図。

【図3】本実施の形態に係わる位置検出装置の平面姿勢演算演算手段の構成ブロック図。

【図4】本実施の形態に係わる位置検出装置本体の構成斜視図。

【図5】本実施の形態に係わる位置検出装置の第1の光学系。

【図6】本実施の形態に係わる位置検出装置の第2の光学系。

【図7】本実施の形態に係わる位置検出装置からの信号を受信するパソコン側のブロック構成図。

【図8】本実施の形態に係わる位置検出装置の基本動作を説明するフローチャート。

【図9】複数のマークを配置した位置検出用基準画像を説明する図、図9(a)は第1の基準画像、図9(b)は第2の基準画像

【図10】本実施の形態に係わる位置検出装置の特徴点抽出手段の動作を説明するフローチャート。

【図11】撮像画像上のマーク配列の第1の例

【図12】撮像画像上のマーク配列の第2の例

【図13】本実施の形態に係わる位置検出装置のマーク特定手段の基本動作を説明するフローチャート。

【図14】本実施の形態に係わる位置検出装置の検出された複数のRマークの特定処理を説明するフローチャート。

【図15】本実施の形態に係わる位置検出装置の検出された複数のBマークの特定処理を説明するフローチャート。

【図16】本実施の形態に係わる位置検出装置の検出された複数のEマークの特定処理を説明するフローチャート。

50

【図17】被検出位置が表示画面外か否かを判別するフローチャート。

【図18】所定平面（スクリーン平面）上の被検出位置を演算処理するための基本動作を説明するフローチャート。

【図19】撮像画像座標系と平面座標系との関係を説明する図。

【図20】矩形形状を特徴づける特徴点（マーク）が撮像された撮像画像の第1の例。

【図21】矩形形状を特徴づける特徴点（マーク）が撮像された撮像画像の第2の例。

【図22】撮像された画像面上の座標系を説明する図。

【図23】2次元透視射影を説明する図。

【図24】3次元透視射影を説明する斜視図。

【図25】図24におけるスクリーンのX' - Z' 座標面上への正投影図。

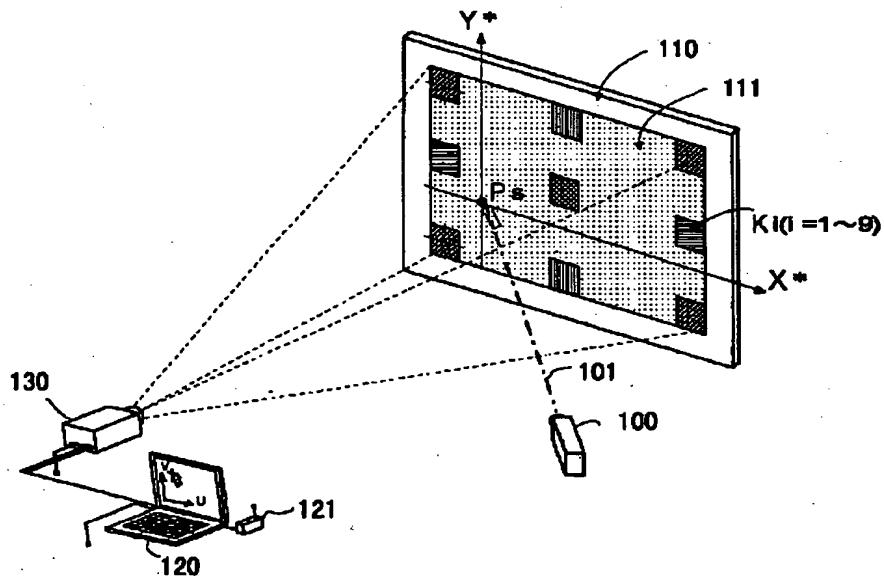
【図26】図24におけるスクリーンのY' - Z' 座標面上への正投影図。

【図27】（a）スクリーン画像上の撮像画像座標系と（b）パソコン原画像の座標系との関係を説明する図。

【符号の説明】

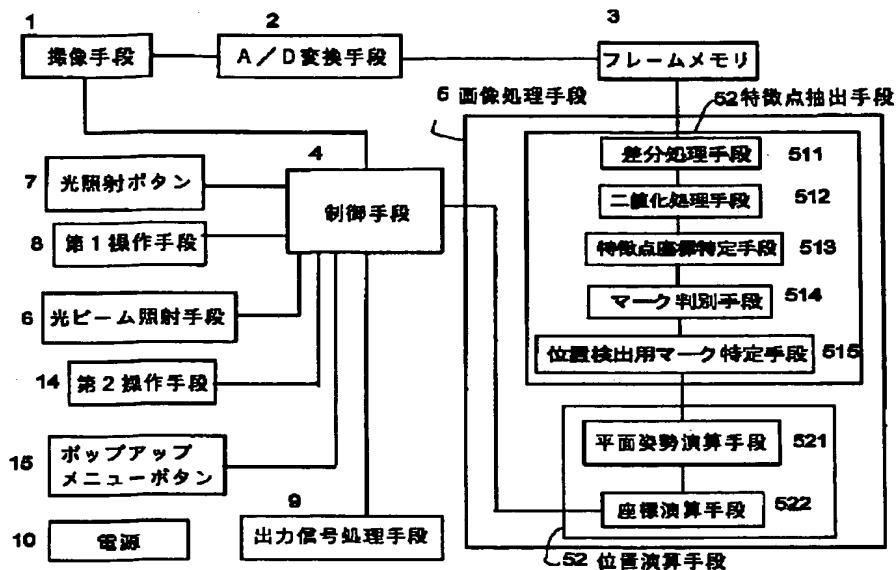
- 1 撮像手段
- 2 A/D変換手段
- 3 フレームメモリ
- 4 制御手段
- 5 画像処理手段
- 6 A 光照射手段
- 6 B 視準手段
- 7 第1ボタン（シャッターボタン）
- 8 第2ボタン（光照射ボタン）
- 10 9 出力信号処理手段
- 10 0 電源
- 11 1 第3ボタン（左クリックボタン）
- 11 2 第4ボタン（右クリックボタン）
- 5 1 特徴点抽出手段
- 5 2 透視射影変換手段
- 5 3 位置演算手段
- 10 0 本実施の形態に係わる位置検出装置本体
- 11 0 スクリーン平面（所定平面）
- 11 1 スクリーン面上に投影されている画像
- 20 12 0 パソコン
- 13 0 プロジェクタ

【図1】

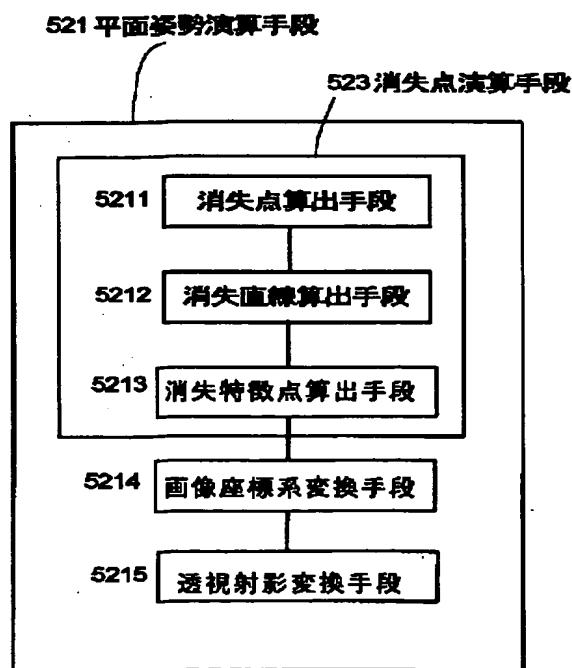


(17)

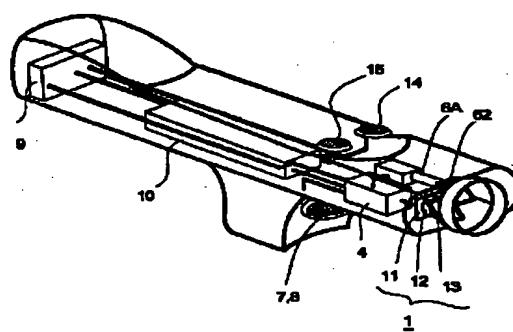
【図2】



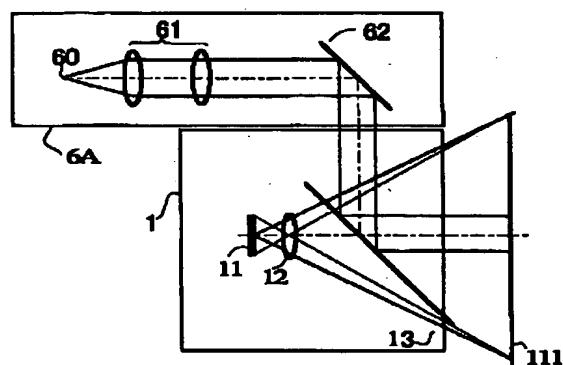
【図3】



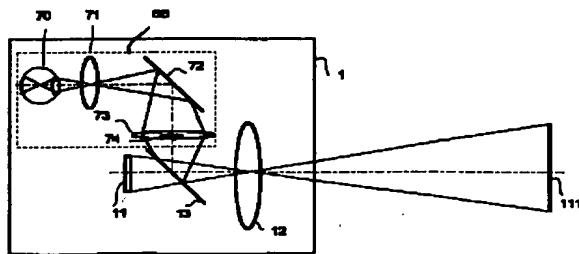
【図4】



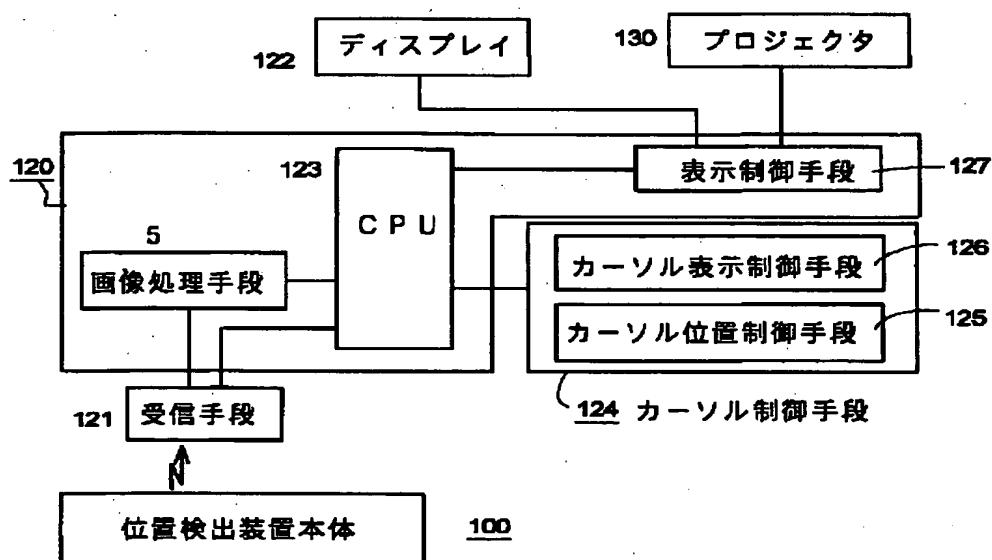
【図5】



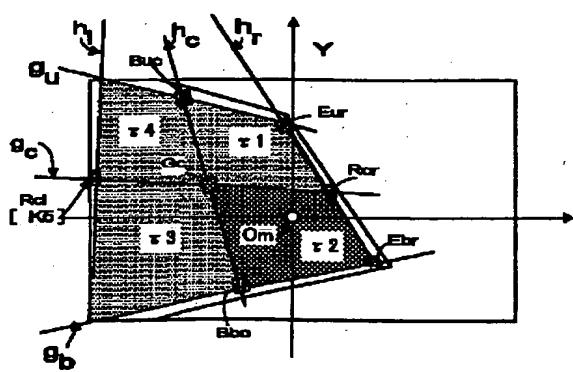
【図6】



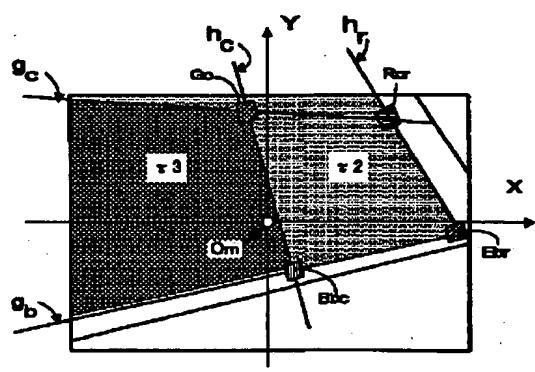
【図7】



【図11】

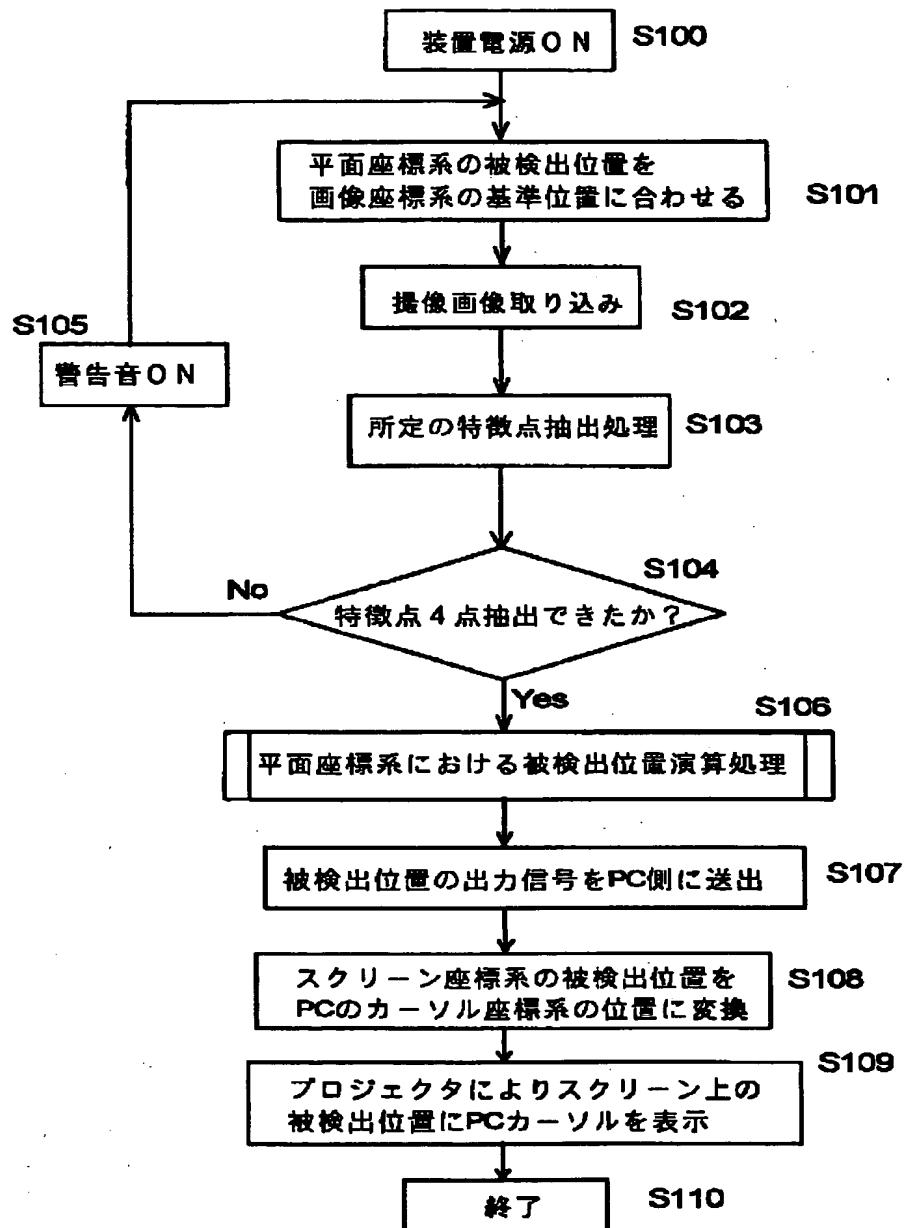


【図12】

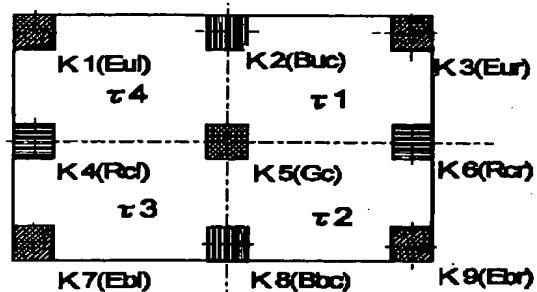


(19)

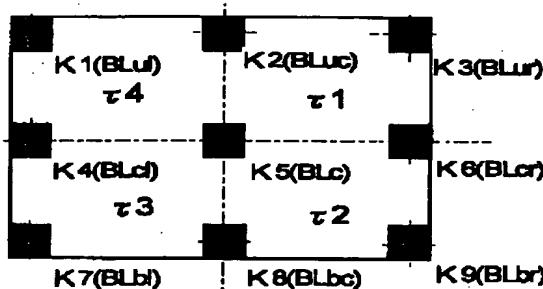
【図8】



【図9】

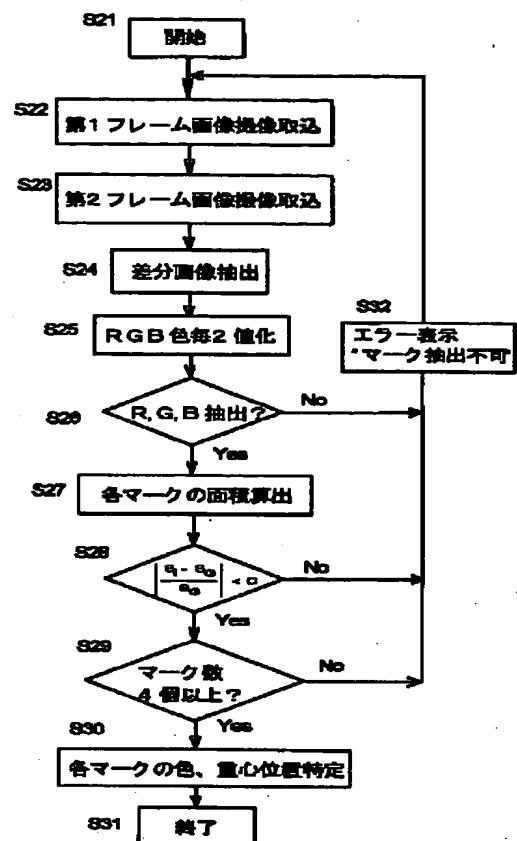


(a)

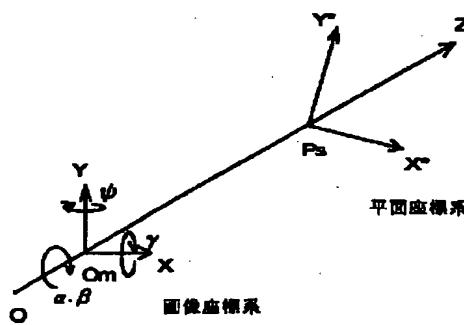


(b)

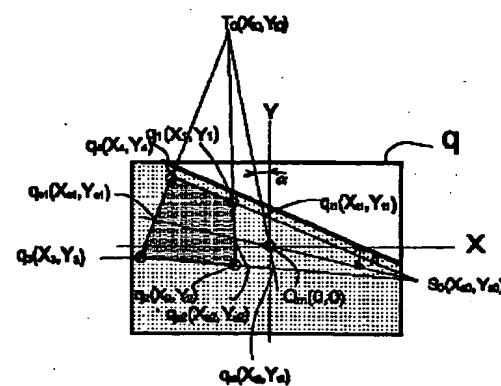
【図10】



【図19】

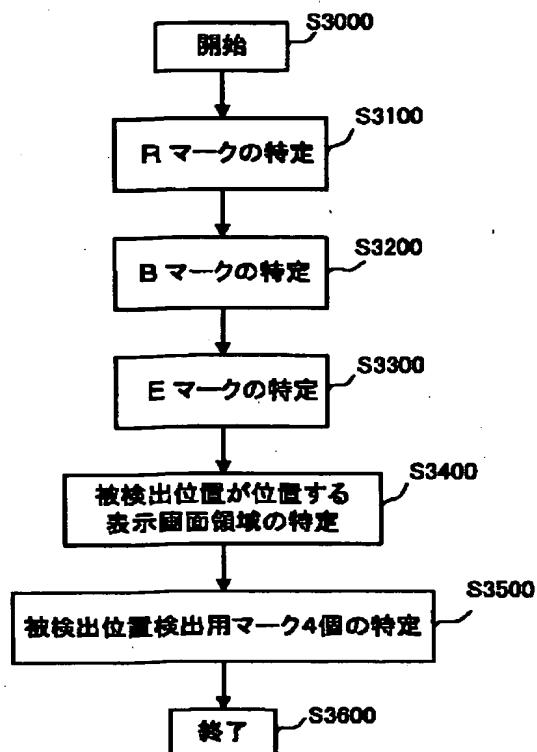


【図21】

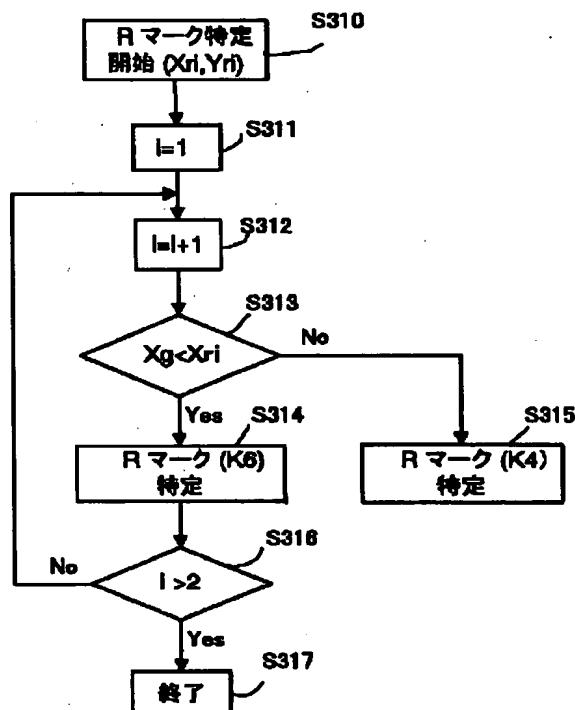


(21)

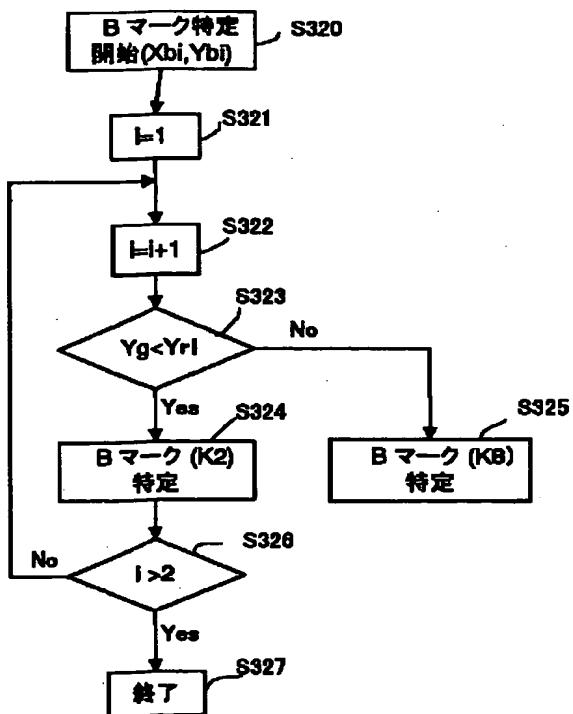
【図13】



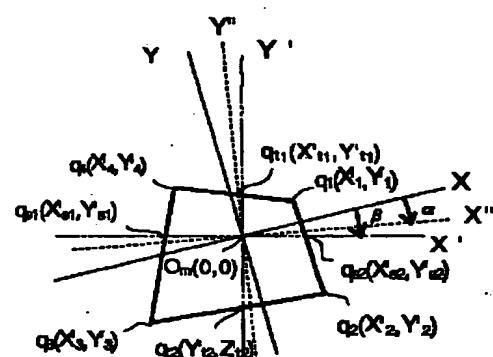
【図14】



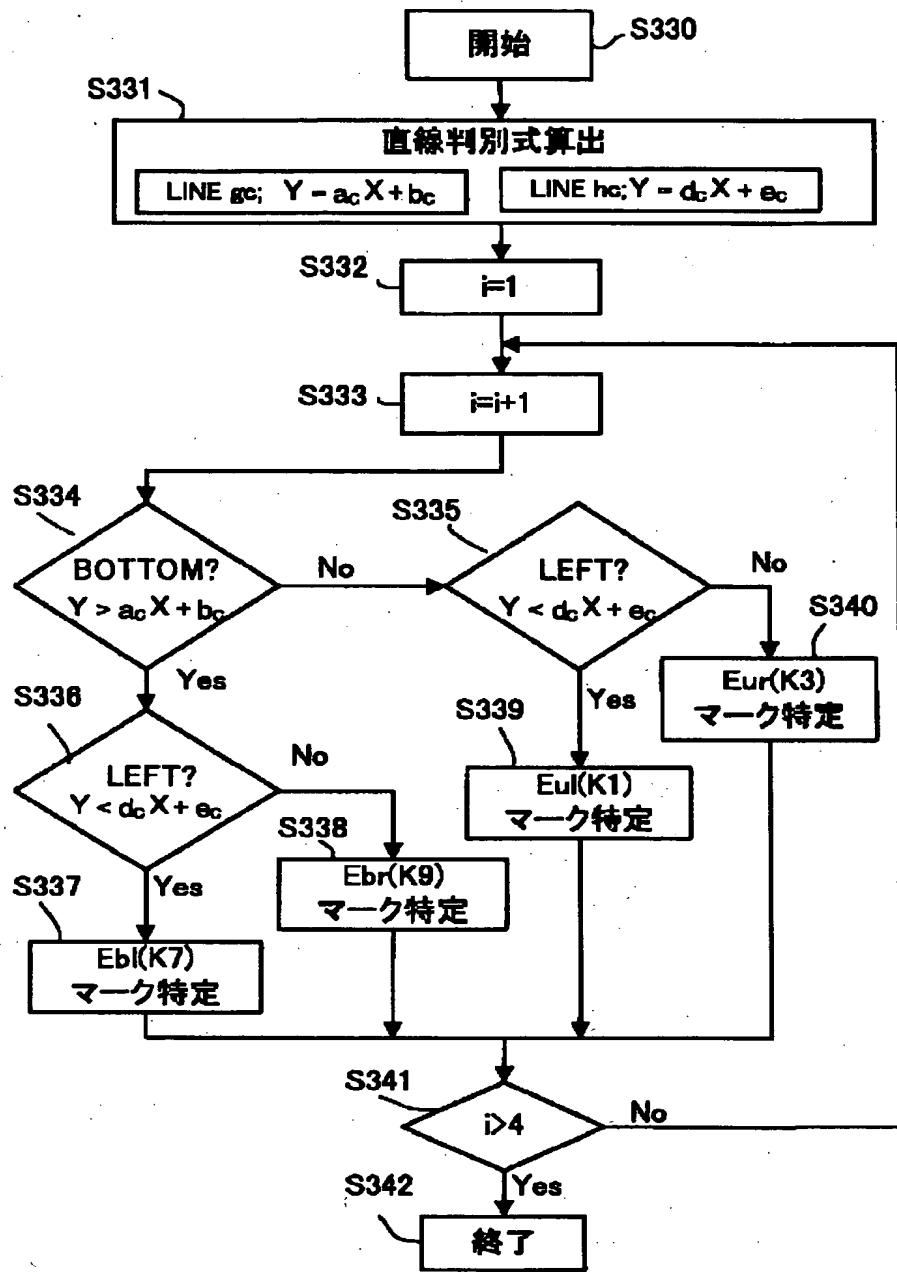
【図15】



【図22】

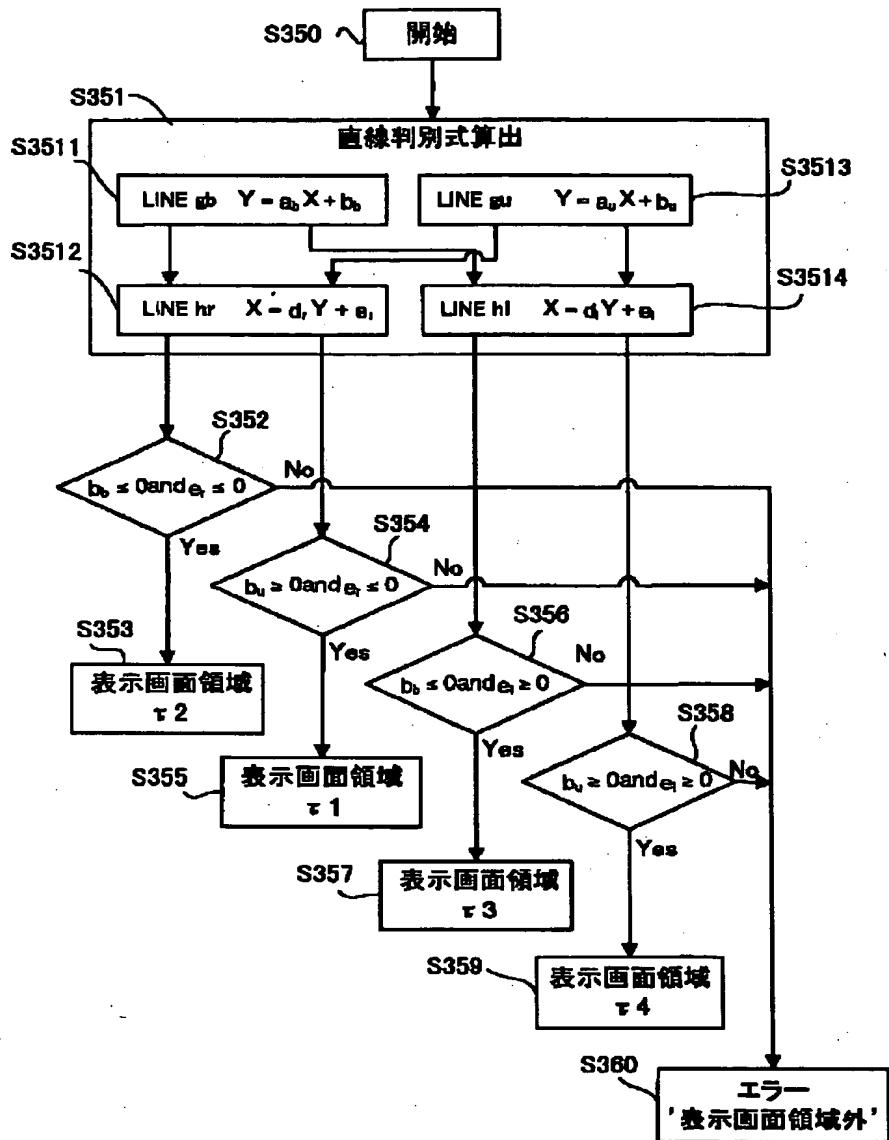


【図1.6】

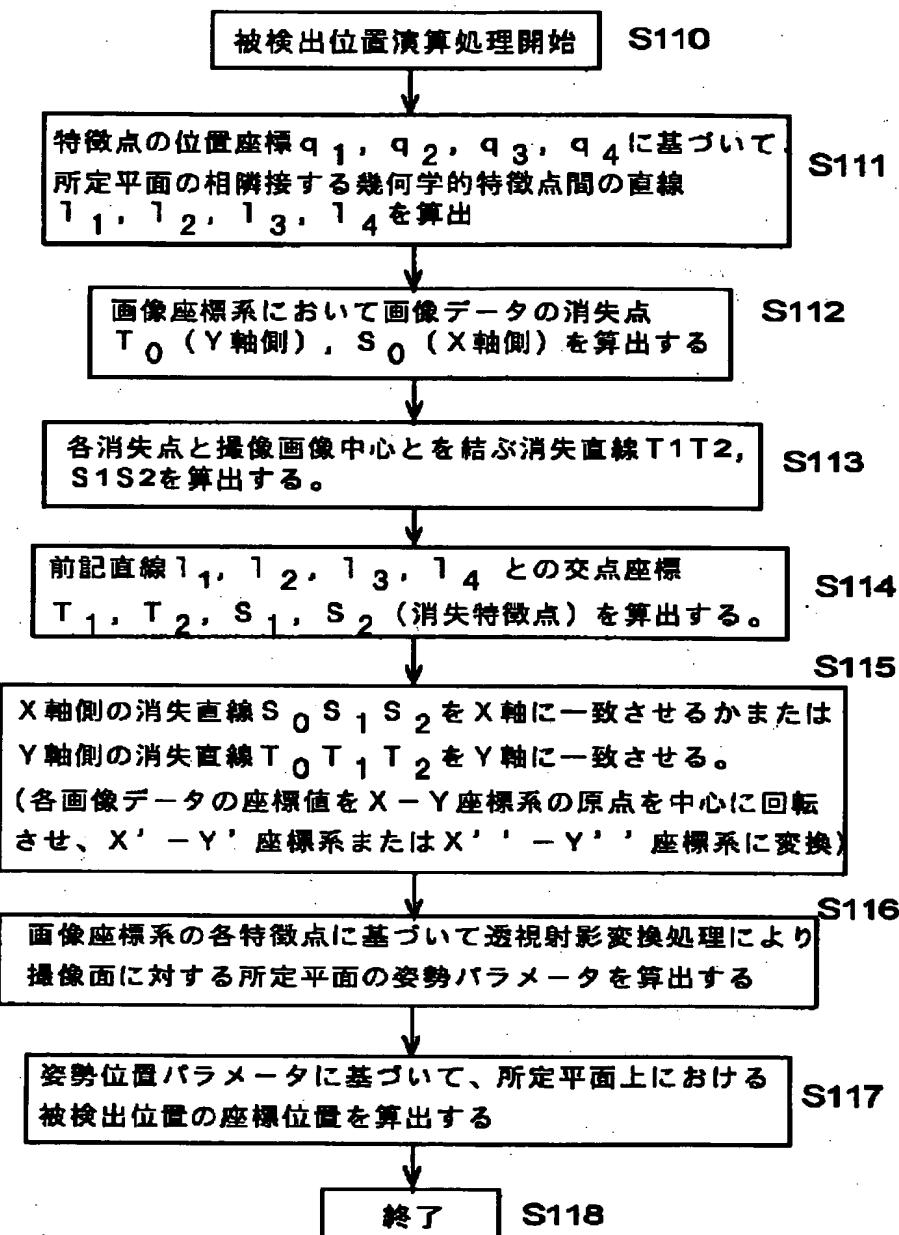


(23)

【図17】

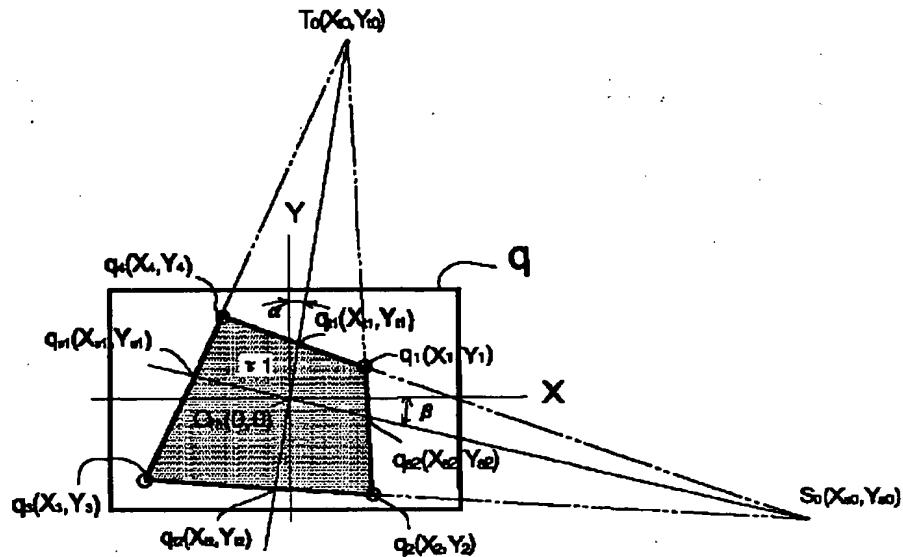


【図18】

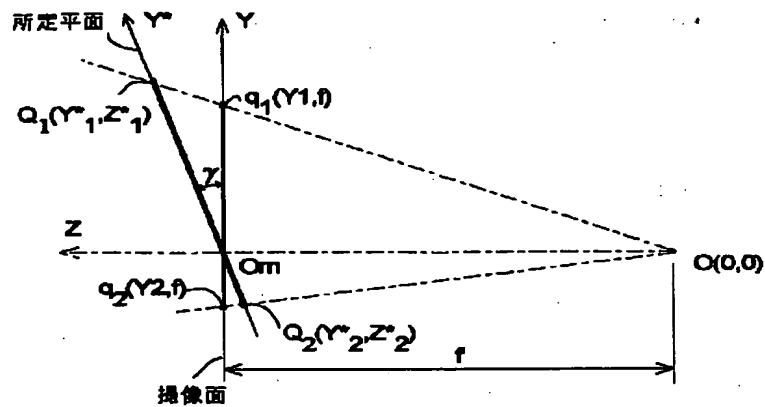


(25)

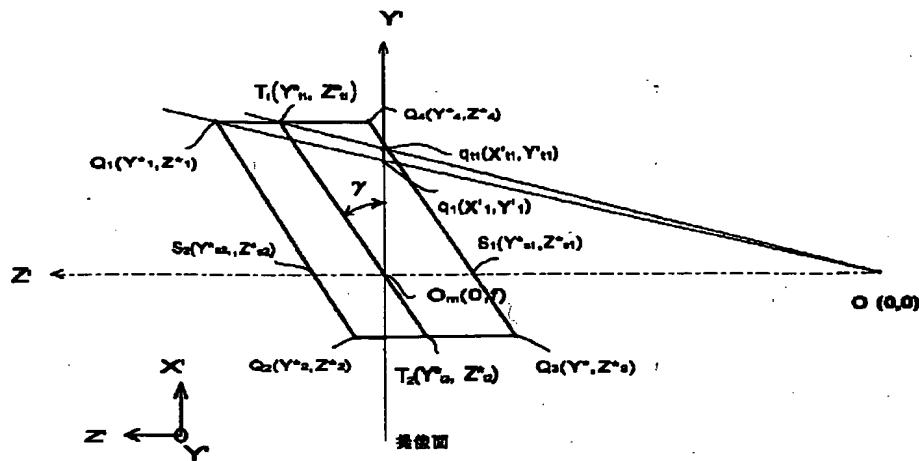
【図20】



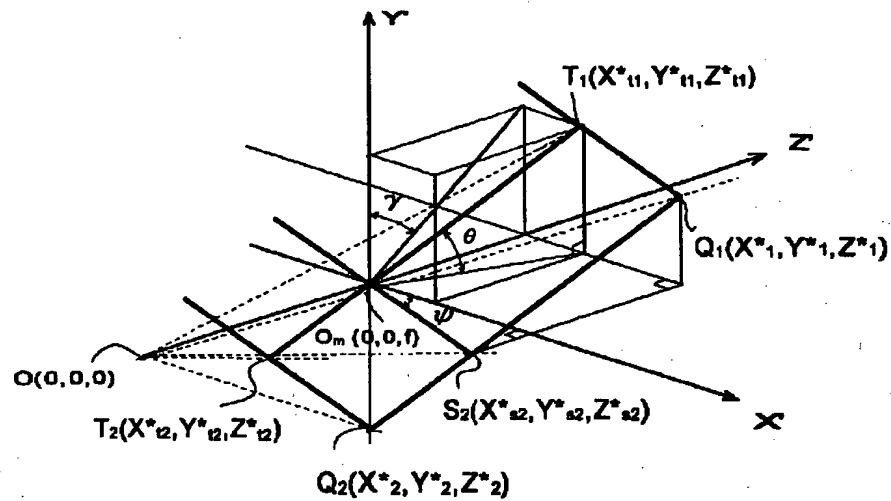
【図23】



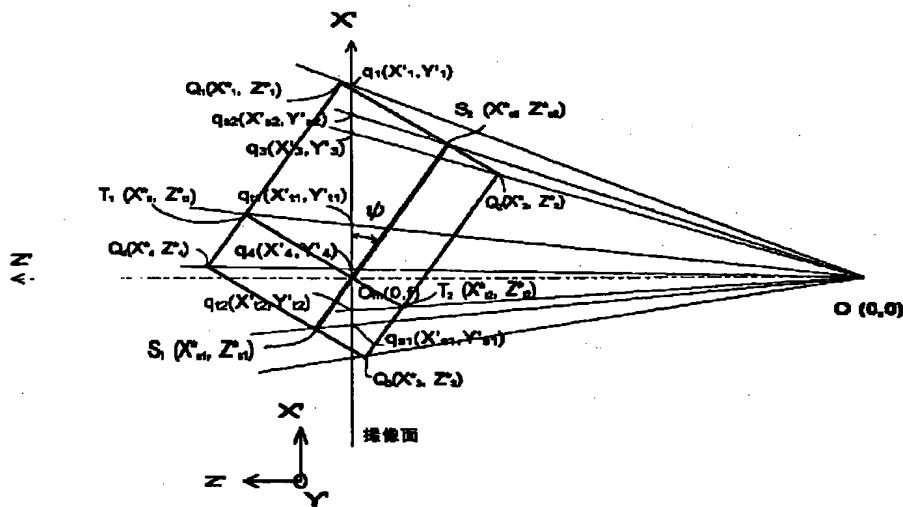
【図26】



【図24】



【図25】



【図27】

